SAMPURNANANDA GRANTHAMALA

Vol 4

GENERAL EDITOR —

Kshetresachandra Chattopadhyaya

Director, Research Institute,
Varanaseya Sanskrit Vishvavidyalaya,
Varanasi



ARVACINAM JYOTIRVIJÑĀNAM

by

Ramanatha Sahaya

VARANASI

1964

Published by —
Director, Research Institute,
Varanaseya Sanskrit Vishvavidyalaya,
Varanasi

Printed by—
Baladeva Das
Sansar Press (Private) Ltd.
Kashipura, Varanasi.

सम्पूर्णानन्द-ग्रन्थमाला

(४)

अर्वाचीनं ज्योतिर्विज्ञानम्

श्रीरमानाथसहायेन विरचितम्

प्रकाशितं

वाराणस्याम्

१८८६ तमे शकाब्दे

प्राप्तिस्थानम्—
प्रकाशनविभागः
वाराणसेयसंस्कृतविश्वविद्यालयः
वाराणसी—२

मूल्यम्—त्रयोदश रूप्यकाणि

विज्ञप्तिः

ज्योतिषां परमं ज्योति-
र्ध्यात्वैव ब्रह्म शाश्वतम् ।
पाश्चात्त्यज्योतिषग्रन्थं
प्रकाशयाम्यहं मुदा ॥

रमानाथसहायस्तु
संस्कृताध्यापको बुधः ।
गणितज्ञोऽस्य कर्तास्ति
सच्छ्रीवास्तववंशजः ॥

पुस्तकं बहुचित्राढ्यं
सुष्ठु स्वार्थप्रबोधकम् ।
अर्वाचीनं समाख्यातं
ज्योतिर्विज्ञानम् अस्य वै ॥

लिखितं पुस्तकमेतत्
प्रदेशशासनाज्ञया ।
ज्योतिःशास्त्रमधीयानां-
श्छात्रान् संबोधयिष्यति ॥

इत्याशास्ते हितैनैव
त्वेन्द्रेशचन्द्रशर्मणा ।
सम्पूर्णानन्दमालायां
चतुर्थं सुमनो हितम् ॥

भूमिका

सुविदितमेव विदुषामेतत् तथ्यं यदमरभारतीकोषोऽस्माकं विविधविषय-
रचनासम्भृतः। ज्यौतिषं शास्त्रं नूनं पूर्वेषामेकः प्रमुखविषयोऽभवदिति वेदेषु लब्धै-
ज्योतिर्विज्ञानसंकेतैः स्पष्टं प्रतीयते। वेदाङ्गेष्वपि तस्योपलब्धिः प्रख्यापयति पुरातन-
महत्तामस्य शास्त्रस्य। कृतज्ञाश्च वयं पूर्वेषामृषीणाममीषां ये नस्तद् व्याचचक्षिरे
ज्ञानम्। अध्ययनपरम्परा चास्योत्तरोत्तरविकासोन्मुखी नवनवगवेषणार्थं प्राणुद-
द्विदुषो ये प्रयत्नसहस्रैर्व्यदधन् विषय-परिष्कारं शास्त्रस्यास्य। परं दूयते हृदयं नितरां
मध्ययुगीनानामालोक्यौदासीन्यमस्मिन्विषये पण्डितम्मन्यानां यैः 'पारङ्गता वयं
ज्योतिःशास्त्रस्य, न किञ्चिदप्यन्यज्ज्ञातव्यमिति' विचार्य वेधनादिकार्यमुपेक्षितं
सर्वथा। एवञ्च वैदिककालादविच्छिन्नं प्रसवन्तीयं ज्ञानस्रवन्ती मरुभूमावकर्मण्य-
ताया अशुष्यत। पाश्चात्त्यविद्वांसस्तु प्राचीनयवनज्योतिर्विद्यायाः संवर्धने रता उत्कृष्टो-
त्कृष्टतरनूतनयन्त्राणां परिष्कृतगणितादिविज्ञानसिद्धान्तानाञ्च साहाय्येन मध्य-
युगादारभ्याद्यपर्यन्तम्। प्रशंसनीयास्ते यशोभाजोऽमरपुत्राः सरस्वत्याः।

हीनामवलोक्य दशां संस्कृतज्ञानां ज्यौतिषशास्त्रविद्यार्थिनां साम्प्रतं वेधशाला-
यन्त्रादिकाभावे राज्याधिकारिण उत्तरप्रदेशस्य नैनीतालनगरे वेधशालामेकामिदानी-
न्तनयन्त्रादिसुसज्जितां कारयामासुः। तेषामेव चादेशेनामरवाण्यामियं रचना कृता
संस्कृतविद्यार्थिनां सुखबोधाय दुरूहाणां ज्योतिर्विज्ञानप्रयुक्तयन्त्रसिद्धान्तादीनां शास्त्र-
विषयस्य च। विषयप्रतिपादनञ्चैवं पृथक् पृथक् कृतम्—खगोलः, पृथिवी, चन्द्रः,
ग्रहणानि, सूर्यः, ग्रहविषयकसिद्धान्ताः, ग्रहाः, बुधादयः, धूमकेतवः। पुनश्चैवम्—वेध-
शाला, नक्षत्रमण्डलम्, नक्षत्रम्, द्विकादयः, विकारिनक्षत्राणि, नक्षत्रस्तबकाः,
नीहारिकाः, आकाशगङ्गा, अन्याकाशगङ्गासंस्थानानि, सृष्टिसिद्धान्ताश्च।

ग्रन्थरचनायामस्माकं प्रथमं लक्ष्यं विषयस्य सुस्पष्टतया प्रतिपादनं द्वितीयञ्चा-
ध्ययनाभिलाषिणामायासापनयनम्। विषय एष गणितादिशास्त्रसिद्धान्तानां भौतिका-
दिशास्त्रपरीक्षणविधीनां सूक्ष्मवेधनचित्रगमापनाद्युपयुक्तजटिलयन्त्राणाञ्च किञ्चि-
ज्ज्ञानमपेक्षते। तथा चेदानीं हिन्दीभाषाया एतावान् प्रचारो यत्तस्या एवानुरूपाऽ-
संश्लिष्टपदा समासविरला रीतिर्व्यवहार्या संस्कृतभाषायाम्। अतोऽस्माभिरल्पवृत्तिरेव
रीतिः समादृता; नास्माकमभिमताऽनुप्रासयमकादीनां चमत्कृतिर्न च श्रुतिमधुर-
सुललितपदावल्या विच्छित्तिर्नापि च प्रभूतपर्यायप्रयोगाणां भङ्गी। सौकर्यार्थञ्च
विद्यार्थिनां सन्धयोऽपि नातिमात्रं प्रयुक्ताः। विभक्तिवचनपुरुषादीनां झटिति बोधः
स्यादित्यस्मिन्नेवास्माकं प्रयत्नः। तदेतत्ख्यात्या बुधाः प्रमाणम्।

—रमानाथसहायः

विषय-सूची

—*—

विस्तृता विषयसूची

चित्रसूची

सारिणीसूची



अर्वाचीनं ज्योतिर्विज्ञानम्

प्रथमोऽध्यायः

[ज्योतिर्विज्ञानाध्ययनविषयाणि सकलान्येव पृथिव्यादीनि खगोलसम्बन्धेनैव मनुष्येण निरीक्ष्यन्ते, तस्मिन्नेव च तेषां स्थितयः प्रतीयन्ते; अस्मादेव खलु तस्य विवेचनं प्रथमं करिष्यामः]

खगोलः

१.१ खगोलः

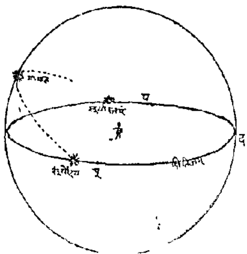
नगराद् बहिर्गत्वा यदि कोऽपि जनश्चन्द्रविहीनशर्वर्यां निरभ्रमाकाशमवलोकयेत्तर्हि नूनं पश्येत् स नीलाम्बरे रत्नानीव देदीप्यमानान् प्रकाशबिन्दून् नक्षत्राख्यान्। तदा नक्षत्रपूर्णनीलाम्बरमेवं प्रतीयते यत् क्षितिजस्य उपरि कोऽपि गोलार्धः स्थापितोऽस्ति, तस्मिंस्तत्र नक्षत्राणि संलग्नानि सन्ति। परन्तु होरैककाला-वधिक निरीक्षणं विभिन्ननक्षत्र-मण्डलानां दर्शनैर्गोलार्धस्या-चलत्वं निराकरोति। गोलार्धोऽयं पूर्वतः पश्चिमदिशं प्रति गच्छन् दृश्यते। अत एव खं गोलार्धो नास्ति, इदं गोल एव। अस्य केवलमर्धभागः कालविशेषे जनैर्दृश्यते, अर्धाकाशस्य दृश्यगोलार्धं उपरि, अदृश्यगोलार्धो दर्शकानामधो वर्तते। आकाशविषयकगोलोऽयं खगोलः कथ्यते।



खगोलः

खगोलोऽयं यद्यपि काल्पनिको गोलो यस्य मध्यकेन्द्रे दर्शकस्तिष्ठति, तथापि ज्योतिर्विद्यायां खगोलस्य कल्पनातिमहत्त्वपूर्णा। खगोले प्रत्येकस्य नक्षत्रस्य प्रतीयमाना स्थितिरेव

माप्यते। खगोलीयपिण्डानां परस्परदूरत्वादीनां मानं रैखिकप्रमापकेऽसम्भवमस्ति, अत एव तत् कोणीयप्रमापके माप्यते। कोणीयान्तराणि गोले एव मापनीयानि, अत एव खगोलकल्पनया इदं सर्वं सम्भवं भवति। एवं नक्षत्राणां ग्रहाणाञ्च स्थितयः परस्परदूरत्वानि च खगोले कोणीयप्रमापके व्यक्तीक्रियन्ते। (इदमग्रे स्पष्टतरं भविष्यति—द्रष्टव्यम् §§१ ३—१·६)।

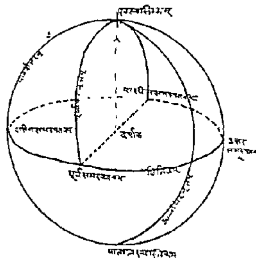


खगोलः

१.२ खगोलीयक्षितिजं खस्वस्तिकञ्च

खस्वस्तिकम्—खगोले ऊर्ध्वाधरदिशायां दर्शकस्य शीर्षस्य यथार्थत उपरि वर्तमानो बिन्दुः खस्वस्तिकं कथ्यते।

पातालस्वस्तिकम् —खगोले ऊर्ध्वाधरदिशायां दर्शकस्य चरणयोर्यथार्थतोऽधो वर्तमानो बिन्दुः पातालस्वस्तिकमुच्यते।



क्षितिजम्, खस्वस्तिकम्, पूर्वापरादिवृत्तानि

खगोलीयक्षितिजम्—खस्वस्तिकात् पातालस्वस्तिकाच्च नवत्यंशमितदिग्या खगोले पतितं महद् वृत्तं खगोलीयक्षितिजं प्रोच्यते। इदं प्रायेण दर्शकस्य भूपृष्ठीयक्षितिजादभिन्नमेव।

ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तानि — खस्वस्तिक पातालस्वस्तिक प्रोतानि महद्वृत्तानि 'ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तानि' कथ्यन्ते। एतानि सर्वाणि खगोलीयक्षितिजं लम्बरूपेणैव छिन्दन्ति।

दिशः—खगोलीय क्षितिजस्य चतसृषु दिशासु

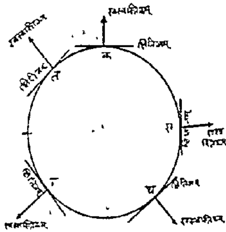
चत्वारि समस्थानानि वर्तन्ते—पूर्वसमस्थानम्, दक्षिणसमस्थानम्, पश्चिमसमस्थानम्, उत्तरसमस्थानञ्च। क्रमिकसमस्थानद्वयमध्ये नवत्यंशमितचापो वर्तते।

याम्योत्तरवृत्तम्—दक्षिणसमस्थान उत्तरसमस्थान प्रोतम् ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तं याम्योत्तरमुच्यते।

पूर्वापरवृत्तम्—पूर्वसमस्थान पश्चिमसमस्थान प्रोतम् ऊर्ध्वाधरमहद्वृत्तं पूर्वापरवृत्तं सममण्डलं वा प्रोच्यते।

१.२१ दर्शकस्थित्यनुसारं खगोलीयक्षितिजं परिवर्तते

खगोलीयक्षितिजं स्वस्तिकं वा दर्शकस्थित्यनुसारं परिवर्तते। निम्नचित्रेणेदं स्पष्टं भविष्यति। चित्रे त स्थानस्य स्वस्तिकं थ स्थानस्य पाताल स्वस्तिकं भवति।



स्वस्तिक दर्शकस्थानानि

१.३ खगोलीयनियामकाः—

(१) दिगंशोन्नतांशपद्धतिः

नियामकाः—लोकस्य व्यवहारेऽपि कस्यचित् स्थानस्य निर्देशनार्थं नियामकाः प्रयुज्यन्ते। यदि कस्मिंश्चिन्नगरे समकोणमाः पन्थानः सन्ति, अ स्थाने कोऽपि नवागतो जनः क स्थानगमनाय मार्गं पृच्छति तर्हि तन्नगरवासी तमेवं वदति, "भवान् पूर्वदिशायामितो हस्तानां शतद्वयं गच्छतु, तत उत्तरदिशायां हस्तशतमितमध्वानं गच्छतु, तदा तत्र क स्थानं प्राप्स्यते" इति। अत्र समकोणाधारनियामकपद्धतिरवलम्बितास्ति। पूर्वापरदिशा याम्योत्तरदिशा, अत्र द्वौ नियामकाक्षौ; द्विशतहस्तमितदूरत्वं शतहस्तमितदूरत्वमत्र नियामकौ—एतौ नियामकावनुनिर्दिश्येते। अ स्थानमत्र मूलबिन्दुः। एवं समकोणाधारनियामकपद्धत्यां सन्ति।

(१) एको मूलबिन्दुः (यथा अ स्थानम्)।

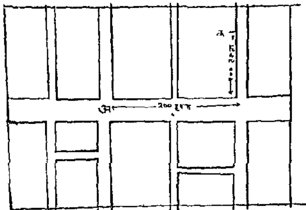
(२) एकः प्रधानोऽक्षः (यथा पूर्वापरदिशा)।

(३) एको गौणोऽक्षः (मूलबिन्दुगामी प्रधानाक्षसमकोणः) यथा याम्योत्तरदिशा।

(४) प्रथमो नियामकः (भुजः—यथा द्विशतहस्तमितदूरत्वम्)।

(५) द्वितीयो नियामकः (कोटिः—यथा शतहस्तमितदूरत्वम्)।

गोलीयनियामका—एवमेव भूगोले अक्षांशा देशान्तररेखांशाश्च नियामकरूपेण प्रयुज्यन्ते। कस्यचित् स्थानस्य निर्देशनं भूगोलविद् नियामककथनेन करोति। यथा काशीनगरस्य



समकोणाक्षनियामका.

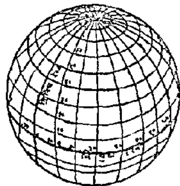
निर्देशनमेव क्रियते—अक्षांशा २५°।२०' देशान्तररेखांशा ८३°। अत्र गोलीयनियामक-पद्धतिरवलम्बितास्ति। तत्र सन्ति—

(१) एकं प्रधानमहद्वृत्तम् (यथा भूगोले विषुवरेखा)।

(२) गौणानि महद्वृत्तानि—एतानि सर्वाणि प्रधानमहद्वृत्तस्य ध्रुवयोर्लग्नानि, प्रधानमहद्वृत्तं समकोणैश्छिन्दयन्ति। (यथा भूगोले देशान्तररेखांशा)

(३) एकं प्रमुखं गौणमहद्वृत्तम्—गौणेषु महद्वृत्तेषु एकं प्रमुखरूपेण निर्धार्यते यतो रेखांशानां प्रवृत्तिर्भवति। (यथा 'ग्रिनिच' रेखा)

(४) प्रथमो नियामक—प्रधानवृत्तमनु मापितं प्रमुखगौणवृत्तात् स्थानविशेषस्य कोणीयान्तरम्। (यथा रेखांशा.)



भूगोले नियामका

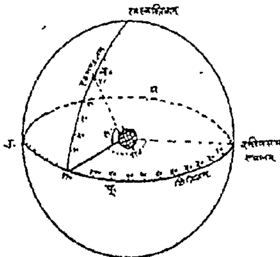
(५) द्वितीयो नियामक—गौणवृत्तमनु मापितं प्रधानवृत्तात् स्थानविशेषस्य कोणीयान्तरम्। (यथा अक्षांशा)।

१.३१ दिगंशकोटि-उन्नतांशाः (दिगंशोन्नतांशपद्धतिः)

अस्यां पद्धत्यां प्रधानं महद्वृत्तं क्षितिजमस्ति । गौणानि महद्वृत्तानि नैकानि खस्वस्तिक-प्रोतोर्ध्वाधरवृत्तानि । प्रमुखगौणमहद्वृत्तं प्रायेण दक्षिणसमस्थानप्रोतोर्ध्वाधरवृत्तं (याम्योत्तरवृत्तम्) अस्ति । [भारतीयपद्धत्यां पूर्वसमस्थानप्रोतोर्ध्वाधरवृत्तम्, अर्थात् पूर्वापरवृत्तं प्रमुखगौण-महद्वृत्तमस्ति] । प्रथमो नियामको दिगंशाः, द्वितीयो नियामक उन्नतांशाः कथ्यन्ते । नक्षत्रप्रोतम् ऊर्ध्वाधरवृत्तं नक्षत्रस्य दृङ्मण्डलं कथ्यते ।

दिगंशाः—क्षितिजमनु मापितं दक्षिणसमस्थानाद् नक्षत्रबिन्दोरस्य कोणीयान्तरं दिगंशाः । अर्थात् क्षितिजस्य दृङ्मण्डल-याम्यसमस्थान-मध्यवर्तिनो वृत्तांशा दिगंशाः ।

उन्नतांशाः—दृङ्मण्डलमनु मापितं क्षितिजाद् नक्षत्रस्य ऊर्ध्वं निम्नं कोणीयप्रमाणं



अत्र नक्षत्रस्य दिगंशाः ११०° उन्नतांशा ५०°
नक्षत्रस्य स्थाननिर्धारणम्

उन्नतांशाः । अर्थात् दृङ्मण्डलस्य नक्षत्र-क्षितिवृत्तसम्पातस्थान-मध्यवर्तिनो वृत्तांशा उन्नतांशाः ।

पद्धतेर्गुणदोषाः—पद्धतिरियं [illegible] । यदि कोऽपि जनो [illegible] यद् नक्षत्र-दिगंशो दक्षिणसमस्थानात् [illegible] पूर्वम्, [illegible] (अर्थात् [illegible]) [illegible] मार्गनिर्देशस्य [illegible], [illegible] ।

परन्तु प्रत्येकं स्थानस्य विभिन्नानि क्षितिजानि खस्वस्तिकस्थानानि च भवन्ति । अत एव स्थानविशेषे प्राप्ता नियामका स्थानान्तराय अनुपयुक्ता । नक्षत्राणि काले काले परिवर्तनं भजन्ते । अत एव स्थानविशेषे विदिता अपि नियामका काले भिन्ना भवन्ति । अत एव देशकालभेदादिय पद्धतिर्नाधिकमुपयुक्ता ।

१.४ खगोलीयनियामकाः—(२) विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धतिः

ध्रुवस्थानम्—प्रायेण नक्षत्राणि खे पूर्वतः पश्चिमदिशां प्रति गच्छन्ति दृश्यन्ते, तथा प्याकाशसलोकस्थैर्ज्योतिर्विद्भिर्दिष्टं यत् खगोले स्थानविशेषे स्थिरमेकं नक्षत्रं परिभ्रमणं न भजते (द्रष्टव्यं फोटोचित्रम्) । अत एव तैर्निश्चितं यद् यदि नक्षत्राणां दूरत्वं ध्रुवस्थानाद् मापितं भवेत् तर्हि तल्लब्धा नियामकपद्धतिः स्थानकालपरिवर्तनैरप्रभावितत्वादत्यन्तमुपयुक्ता भवेत् । पद्धतिरियं विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धतिरुच्यते ।

ध्रुवस्थानम्—खगोलस्य यो बिन्दुरचलो दृश्यते स ध्रुवस्थानं कथ्यते । खगोले द्वे ध्रुवस्थाने उत्तरध्रुवस्थानं दक्षिणध्रुवस्थानम् । उत्तरध्रुवस्थानाति समीपवर्ति नक्षत्रं 'ध्रुव' कथ्यते । ध्रुवनक्षत्रं परिवर्तनशीलमस्ति (द्रष्टव्यम् § १२.६१) ।



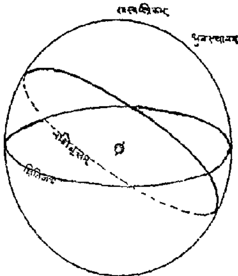
सदोदितनक्षत्राणि [यर्किसवेधशाला] । ध्रुवसमीपवर्तिनक्षत्राणां छायाचित्रं प्रकाशोद्घाटनं होरैकमितम् । मध्ये ध्रुवो ध्रुवस्थानञ्च ।

नाडीवृत्तम्—ध्रुवस्थानाद् नवत्यंशमितत्रिज्यया खगोले कल्पितं वृत्तं नाडीवृत्तं विषुववृत्तं कालवृत्तं वा कथ्यते ।

१.४१ नियामकपद्धतिः

अस्या पद्धत्या प्रधानं महद्वृत्तं नाडीवृत्तमस्ति । गौणानि महद्वृत्तानि ध्रुवयोर्गतानि महद्वृत्तानि । प्रमुखगौणमहद्वृत्तं मेषसम्पातप्रोतं ध्रुवयोर्गतं महद्वृत्तमस्ति । प्रथमा

नियामको विषुवांशा, द्वितीयो नियामक क्रान्त्यंशा कथ्यन्ते। नक्षत्रप्रोत ध्रुवयोर्गम गौणमहद् वृत्त होरावृत्तनाम्ना प्रसिद्धम्।



नाडीवृत्तम्, ध्रुवौ

विषुवांशा —नाडीवृत्तमनु मापित मेषसम्पातान्नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं विषुवांशा। अर्थात् नाडीवृत्तस्य होरावृत्तसम्पात मेषसम्पात मध्यवर्तिनो वृत्तांशा विषुवांशा। विषुवांशानां गणना मेषसम्पातात् पूर्वदिशाया भवति। विषुवांशा कोणप्रमापके ०° अंशात्प्रारभ्य ३६०° अंशपर्यन्तम्, होराप्रमापके ० होरात प्रारभ्य २४ होरापर्यन्त गण्यन्ते।

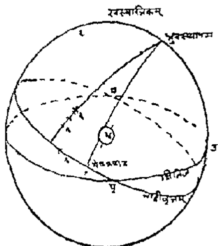
क्रान्त्यंशा —होरावृत्तमनु नाडीवृत्तात् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं क्रान्त्यंशा कथ्यन्ते। अर्थात् होरावृत्तस्य नक्षत्र होरावृत्तनाडीवृत्तसम्पात मध्यवर्तिनो वृत्तांशा क्रान्त्यंशा।

१.४ खगोलीयनियमाक्ष —(३)

होराकोणक्रान्त्यंशपद्धतिः

पद्धतिरियं पूर्ववत्। केवलं प्रमुखगौणवृत्तमत्र दर्शकस्य याम्योत्तरवृत्तमस्ति। अत एव नाडीवृत्तमनु मापित याम्योत्तरवृत्त नाडीवृत्त सम्पातात् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं होराकोण। याम्योत्तरवृत्तस्य द्वे शाखे—प्रथमाया शाखाया खस्वस्तिकयुक्त याम्योत्तरखण्डार्ध, द्वितीयायाश्च पाताऽस्वस्तिकयुक्त याम्योत्तरवृत्तार्धं।

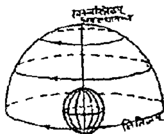
होराकोणा याम्योत्तरवृत्तापेक्षित्वात् स्थानपरिवर्तनात् परिवर्तन्ते। भूगोलीयपश्चिमरेखाशदेशा गणना 'ग्रिनिचस्थहोराकोणेन' क्रियते।



नक्षत्रस्य स्थाननिर्धारण (विषुवांश क्रान्त्यंशपद्धत्याम्) इष्टनक्षत्रस्य विषुवांशा २०° क्रान्त्यंशा २०°

१.५१ अहोरात्रवृत्तानि

नक्षत्राणि प्रतिदिनं पूर्वतः पश्चिमदिशायां गच्छन्ति । गतिरियं तेषां दैनन्दिनी गतिः कथ्यते । तेषां मार्गाश्च अहोरात्रवृत्तानि कथ्यन्ते ध्रुवसमीपवर्तिनक्षत्राणि मन्दगत्या अहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति । नाडीवृत्तसमीपवर्तिनक्षत्राणि तीव्रगत्या निजेष्वहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति ।



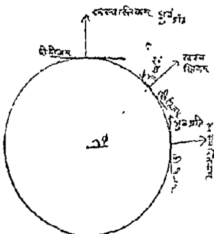
पार्थिवध्रुवे अहोरात्रवृत्तानि

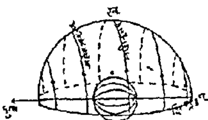
सुमेरु (पार्थिवोत्तरध्रुव) स्थाने ध्रुवस्थानं खस्वस्तिके वर्तते, क्षितिजश्च नाडीवृत्तादभिन्नं भवति । अत एव नाडीवृत्तसमानान्तराण्यहोरात्रवृत्तानि क्षितिजसमानान्तराणि भवन्ति (द्रष्टव्यमेतच्चित्रम्) । अत एव उत्तरार्धवर्तिनक्षत्राणि सदोदितनक्षत्राणि भवन्ति ।

ध्रुवस्य उन्नतांशाः स्थानापेक्षिणः सन्ति । चित्रे इदं स्पष्टीभविष्यति ।

अत्र ध्रुवसुमेरौ ध्रुवस्य उन्नतांशाः शून्यमितः । निरक्षप्रदेशे ९०° मितः । अन्यस्थाने (९०° अक्षांश) मितः ।

पार्थिवविषुवरेखावर्तिप्रदेशेषु ध्रुवस्थानं क्षितिजलग्नं दृश्यते । नाडीवृत्तञ्च खस्वस्तिकलग्नं भवति । अत एव नाडीवृत्तसमानान्तराणि अहोरात्रवृत्तानि ऊर्ध्वाधराणि भवन्ति । अत एव प्रत्येकं नक्षत्र (उत्तरार्धवर्ति दक्षिणार्धवर्ति वा) तत्र दृश्यते ।


ध्रुवस्योन्नतांशा दर्शस्थानापेक्षिणः

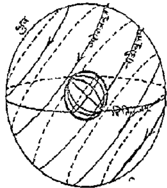


पार्थिवविषुवरेखायामहोरात्रवृत्तानि

सुमेरु विषुवरेखामध्यवर्तिस्थानेषु ध्रुवस्थानं खस्वस्तिकात् क्षितिजस्य कश्चित् भागतो गच्छते । अत एव अहोरात्रवृत्तानि तिर्यग् भवन्ति । खगोलस्य कश्चिद् भागः क्षितिजस्य सदैव अधः, कश्चिद् भागः सदैव उपरि वर्तते । खगोलस्य यो भागः सदैव क्षितिजस्य अधो वर्तते, तद्वर्तीनि

नक्षत्राणि कदापि न दृश्यन्ते। यो भागः सदैव उपरि वर्तते तद्वर्तीनि नक्षत्राणि सदैव दृश्यन्ते। मध्यवर्तिभागस्य नक्षत्राणि वर्षे कदाचिद् दृश्यन्ते, कदाचिन्न दृश्यन्ते।

सदोदितानि नक्षत्राणि—उपर्युक्तं यत् खस्य यो भागः सदैव उपरि वर्तते तद्वर्तीनि नक्षत्राणि सदैव दृश्यन्ते। एतानि नक्षत्राणि सदोदितानि नक्षत्राणि कथ्यन्ते।

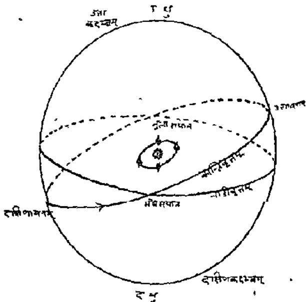


सुमेरु विषुवरेखामध्यवर्ति स्थाने अहोरात्रवृत्तानि

यदि नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशाः स्थानविशेषाक्षांशहीननवत्यंशेभ्योऽल्पा न (यदि क्रान्त्यंशाः > ९०—अक्षांशाः) तर्हि स्थानविशेषे तन्नक्षत्रं सर्वदा दृश्यते।

उदाहरणम् — देहरादूनस्य अक्षांशाः + ३०°, अत्र एतानि नक्षत्राणि सदोदितानि। येषां क्रान्त्यंशाः (९०−३०=) ६०° अक्षतुल्याः ६०° अंशेभ्योऽधिकाः।

१.६ खगोलीयनियामकाः—(४) खगोलीयाक्षांशरेखांशपद्धतिः



क्रान्तिवृत्तं कदम्बस्थाने

क्रान्तिवृत्तम्—सूर्यस्य प्रतीयमानो वार्षिकमार्गः क्रान्तिवृत्तं कथ्यते । अस्य नाडीवृत्ताद् २३½° मिता प्रनणता विद्यते ।

उत्तरायणम्, दक्षिणायनम्, मेषसम्पातः, तुलासम्पातः—क्रान्तिवृत्तं ययोः स्थानयोर्नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति, तत्र सम्पातौ विद्येते । प्रतीयमानः सूर्य उत्तरं गच्छन् यत्र नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति तत्र मेषसम्पातः, यत्र च दक्षिणं गच्छन् नाडीवृत्तमुल्लङ्घयति तत्र तुलासम्पातः ।

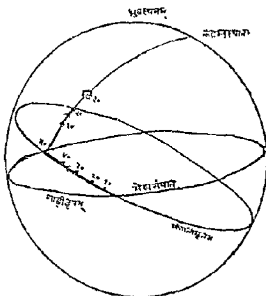
उत्तरायणं दक्षिणायनं च क्रान्तिवृत्ते नाडीवृत्ताद् दूरतमस्थाने । उत्तरायणम् उत्तरार्धे, दक्षिणायनं दक्षिणखगोलार्धे वर्तते ।

कदम्बस्थानम्—क्रान्तिवृत्तस्य ध्रुवस्थाने उत्तरकदम्बस्थानं दक्षिणकदम्बस्थानं कथ्येते ।

१.६१ नियामकपद्धतिः

यतः प्राचीनज्योतिर्विद्भिः प्रायेण सूर्यचन्द्रयोर्ग्रहाणां वा स्थितिर्गणिता, एते सर्वे च क्रान्तिवृत्तेऽथवा क्रान्तिवृत्तस्य सामीप्ये वर्तन्ते, अत एव ते खगोलीयाक्षांशाः खगोलीयरेखांशाः प्रायुज्यन्त ।

अस्यां पद्धत्यां प्रधानं महद्वृत्तं क्रान्तिवृत्तमस्ति । नैतानि कदम्बयोर्लग्नानि महद्वृत्तानि



भोगांशशरपद्धतिः

गौणमहद्वृत्तानि । प्रमुखगौणवृत्तं मेषसम्पातयोः कदम्बयोर्लग्नं गौणमहद्वृत्तम् । प्रथमो नियामकः खगोलीयरेखांशः (भारतीयपद्धत्यां भोगांशाः क्षेत्रांशा वा), द्वितीयो नियामकश्च खगोलीया

क्षांशाः (भारतीयपद्धत्यां शराः) सन्ति । नक्षत्रप्रोतं कदम्बयोर्लग्नं गौणमहद्वृत्तं नक्षत्र-कदम्ब-प्रोतमण्डलं कथ्यते ।

खगोलीयरेखांशाः—क्रान्तिवृत्तमनु मापितं मेषसंपाताद् नक्षत्रविशेषस्य कोणीयान्तरं खगोलीयरेखांशाः ।

खगोलीयाक्षांशाः—नक्षत्रकदम्बप्रोतमण्डलमनु मापितं क्रान्तिवृत्ताद् ऊर्ध्वत्वं निम्नत्वं कोणप्रमापके खगोलीयाक्षांशाः ।

१.७ विभिन्ननियामकानां प्रयोगस्थलानि

दिगंशोन्नतांशपद्धतिः प्रायेण नौचालने प्रयुज्यते । विषुवांशक्रान्त्यंशपद्धत्या नक्षत्राणां सूची निर्मीयते । नाविकपञ्चाङ्गेषु ग्रहाणां नियामकाः होराकोणक्रान्त्यंशपद्धत्यापि दीयन्ते । सूर्यचन्द्रयोः खगोलीयरेखांशाः खगोलीयाक्षांशाश्च यदा कदा प्रयुज्यन्ते ।

विशेषद्रष्टव्यानि

खगोलस्य खगोलज्ञानस्य च भारतीयज्यौतिषग्रन्थेष्वतिमहत्त्वमिति प्रमुखग्रन्थान्तर्गत 'गोलाध्याय'विरचनेनैव प्रत्यक्षम् । गोलाध्याया ग्रन्थस्य प्रमुखभागा आसन्, गोलज्ञानं विना ज्योतिर्विद् इन्दुरहितशर्वरीतुल्यो ज्यौतिषग्रन्थश्च सारहीन एव—

शशधरकिरणैर्विना प्रदोषः कुचरहितं ललनाजनस्य वक्षः ।
मधुररसविवर्जितं च भोज्यं न किमपि गोलविवर्जितं च तन्त्रम् ॥

खगोलस्य वास्तविकी सत्ता न काऽपि, तस्य कल्पना ग्रहाणां स्थानमानप्राप्तये कृता (§ १.१) इति भास्कराचार्यस्याप्यभिमता ।

दृष्टान्त एवावनिभग्रहाणां संस्थानमानप्रतिपादनार्थम् ।
गोलः स्मृतः क्षेत्रविशेष एष प्राज्ञैरतः स्याद् गणितेन गम्यः ॥

अस्मिन्नध्याये व्यवहृतानां खस्वस्तिक क्षितिज ध्रुव कदम्बादीनां सुज्ञा आसन् भारतीयज्यौतिषाचार्याः । प्रत्येकं प्रमुखग्रन्थे 'त्रिप्रश्नाधिकारः' अवश्य वर्तते । तत्र तत्सम्बन्धिगोलाध्याये च प्रायः सर्वेषाम् अत्र प्रयुक्तानां पारिभाषिकशब्दानां परिभाषा दत्ताः सन्ति । अत्र निदर्शनार्थं भास्कराचार्यपठिताः कतिपयाः परिभाषा दीयन्ते—

याम्योत्तरवृत्तं ध्रुवस्थानं सममण्डलञ्च

पूर्वापरं विरचयेत् सममण्डलाख्यं याम्योत्तरञ्च विदिशोर्वलयद्वयञ्च ।
ऊर्ध्वाध एवमिदं वृत्तचतुष्कमेतदावेष्ट्य तिर्यगपरं क्षितिजं तदर्धे ॥

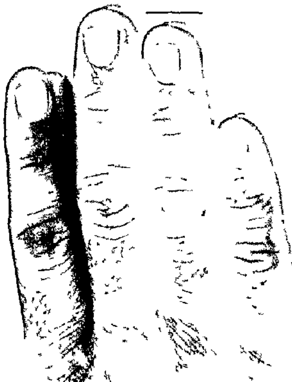
एकं पूर्वापरमन्यद् याम्योत्तरं तथा कोणवृत्तद्वयमेवं वृत्तचतुष्टयमूर्ध्वाधोरूपमावेष्ट्य तदर्धे वृत्तं क्षितिजाख्यं निवेशयेत् । अत्र याम्योत्तरवृत्ते उत्तरक्षितिजादुपरि पलांशान्तरे एकं ध्रुवचिह्नं कार्यम् । दक्षिणक्षितिजादधोऽन्यत् । (द्रष्टव्या चित्रसंख्या २)

विषुवन्मण्डलम्—तयोरेव पूर्वापरसम्पातयोर्विम्न तथा याम्योत्तरवृत्ते खस्वस्तिकाद् दक्षिणतोऽथ स्वस्तिकादुत्तरतोऽक्षांशान्तरे यद् वृत्त निबध्येत तद् विषुववृत्तम्।

वेधनार्येषु नियामकाना प्रथमा पद्धति स्वीकृतासीत्। कालादिज्ञानाय (उदयास्तज्ञानाय) द्वितीया पद्धति प्रचलितासीत्। ग्रहाणा स्थानज्ञानाय चतुर्थी पद्धति प्रसिद्धासीत्। पद्धतय एता· सर्वेषा सुविदिता एव, अत एव विस्तरेण न दीयन्ते।

§. १.५१—तमे यथा वर्णित तथैव श्रीपतिनोक्तम्—

याम्योत्तरस्थौ क्षितिजाश्रितौ ध्रुवौ सदैव पश्यन्ति निरक्षदेशजाः।
स्वमूर्धग मेरुगतास्तमुत्तर तथेतर वाडवयासिनो जनाः॥
भूमस्तकाद् भूमिवञ्च नरा ये निरक्षदेशाभिमुख प्रयान्ति।
तैरीक्ष्यतेऽभ्युन्नतमृक्षचक्रमिद ध्रुवश्चापि नत क्रमेण॥



द्वितीयोऽध्यायः

"द्यौर्मे पिता जनिता नाभिरत्र बन्धुर्मे माता पृथिवी महीयम्"
(ऋ० सं० १ १६४ ३३)

[पृथिवी सर्वेषामस्माकं धारयित्री पालयित्री सहजपरिचिता च। अत्र तस्या आकारा ऽक्षभ्रमणादीनि वर्ण्यन्ते। तदक्षभ्रमणपरिभ्रमणापेक्षित्वात् कालविभागोऽप्यत्रैव दीयते।]

पृथिवी

२१ पृथिव्या आकारः

पृथिवी गोलाकारेति सिद्धान्तोऽतिप्राचीनः। भारतवर्षे ग्रीसादिदेशेषु वा प्रवर ज्योतिर्विद्भिर्गोलत्वाद्यस्य प्रमाणानि प्रस्तुतान्यनेकधा। मध्ययुगादागतानि प्रमाणान्येतान्येव—

(अ) यदा कश्चित्पोतः समुद्रतटमुपसरति तदा प्रथमं समुद्रतटवर्तिजनैस्तस्य कूपाग्रमेव दृश्यते, तदनन्तरं तस्य मध्यभागो दृष्टिगोचरतां याति, अन्ततः पूर्णः पोतो नेत्रपथे आपतति। घटनाक्रमोऽयं तदैव सम्भवो यदा पृथिवी समतला न भवेत्। चेत् पृथिवी समतलाऽभविष्यत्तर्हि पोतः सम्पूर्णतयैव प्रथमतो द्रष्टव्योऽभविष्यत्।

इत्थमेव यदा पोतः पर्वतीयसमुद्रतटमुपगच्छति तदा पोतस्थजनः प्रथमं पर्वतशिखरमात्रं पश्यति, पुनश्च पर्वतमध्यभागं पश्यति, अन्ततश्च पर्वतमूलवर्तिप्रदेशानीक्षते। अयमपि घटना क्रमः पृथिव्याः समतलत्वं निराकरोति।

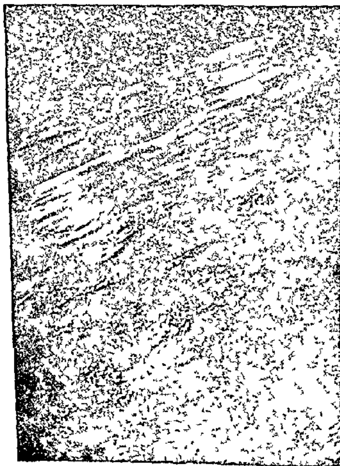
(आ) सूर्योदयः सर्वत्र एकस्मिन्नेव समये न भवति, पूर्ववर्तिदेशेषु सूर्योदयः पूर्वं भवति, पश्चिमवर्तिदेशेषु च पश्चात्। अत एव पृथिवी समतला न, अन्यथा सर्वत्र समकालमेव सूर्योदयो भवेत्।

(इ) चन्द्रग्रहणे चन्द्रस्य तिरोहितभागो गोलाकारः। चन्द्रग्रहणं तदैव सम्भवं यदा चन्द्रसूर्ययोर्मध्ये पृथिवी आगच्छति। चन्द्रे पतिता भूभा एव ग्रासकारणम्। यदि पृथिव्या आकारो गोलेतरो (यथा त्रिकोणाकार) भवेत्तर्हि प्रतिबिम्बमपि गोलेतर (यथा त्रिकोणाकार) भवेत्। गोलवस्तुन एव प्रतिबिम्बं सर्वदा गोलम्, नान्याकारवस्तुनः।

(ई) कश्चिज्जनो यथा यथा स्वस्थानाद् उत्तरदिशि दक्षिणदिशि वा गच्छति तथा तथा स यात्री नवीनं नक्षत्रमण्डलमवलोकते। नूतननक्षत्रमण्डलानामालोकनं क्षितिजानां भिन्नत्वेनैव सम्भवम्। क्षितिजानां भिन्नत्वं गोलाकारे एव सम्भवम् (द्रष्टव्य § १.५१) (क्षितिज वस्तुनो भूगोलस्य भूपृष्ठवर्तिनी स्पर्शरेखा, स्पर्शरेखाया भिन्नत्वं गोलाकारवस्तुन एव, समतल वस्तुन एकैव स्पर्शरेखा)। अत एव पृथिवी यदि समतलचक्राकाराऽभविष्यत् स्थानपरिवर्तनेन न नूतननक्षत्रचयं नयनपथमागमिष्यत्। एवमपरिचितनक्षत्रमण्डलस्य दर्शनं समर्थयति पृथिव्या गोलाकारत्वम्।

(उ) यथा यथा नरो निरक्षदेशाद् उत्तरदिशि गच्छति तथा तथा ध्रुवस्योन्नतांशा अधिका भवन्ति। निरक्षदेशे तु ध्रुव क्षितिजलग्न, अर्थाद् उन्नतांशास्तस्य शून्यमिता। यथा यथा नर उत्तरदिशि चलति, ध्रुवस्योन्नतांशा उत्तरोत्तरं वृद्धिं प्राप्नुवन्ति। अन्ततो ध्रुवप्रदेशे ध्रुव खस्वस्तिके वर्तते, अर्थात्तस्योन्नतांशा नवतिमिता भवन्ति। पृथिवी यदि गोलाकारा ना भविष्यद् ध्रुवस्योन्नतांशा सर्वत्र समभिता अभविष्यन्।

(ऊ) यूरोपीयदेशेषु मध्ययुगात् प्रारभ्य नाविका विशालजलपोतमारुह्य सुदूरदेशानपि अगच्छन्, तेषामनुभवोऽप्येष यत् पृथिवी समतला न। एकस्मात् स्थानात् प्रस्थितास्ते



पृथिव्या गोलाकारत्वं स्पष्टमत्र दृश्यते।

ऽक्स्मादधोगतिम् ऊर्ध्वारोहणञ्चान्वभवन्। यतः तस्मिन्स्थले एव गच्छन्तः पुनः प्रस्थानस्थलमा गच्छन्। अतः पृथिवी गोलाकारैव।

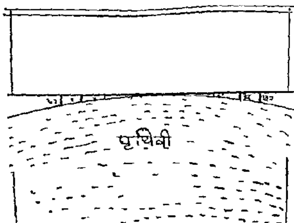
आधुनिककाले उपर्युक्तान्येव प्रमाणानि वेधोपलब्धसूक्ष्मगणनया नवीनतमयन्त्रोपलब्ध निरीक्षणैर्वैज्ञानिकपद्धत्या च परिपुष्टता लभन्ते। नवीनतम प्रमाणमग्नियाण द्वारा भुवः फोटो चित्रम्। नातिपूर्वंखिस्त्राब्दे १९४७ तमे वत्सरे मार्चमासस्य ७ तमे दिनाङ्के 'न्यूमेक्सिको' स्थान एकोऽग्नियाण आकाशे प्रक्षिप्त। १०१ क्रोशार्धोच्छ्रय आकाशयानस्थ 'कैमरा' यन्त्रेण पृथिव्या यद् फोटोचित्र गृहीत तदत्र दत्तम्। १४ पृष्ठस्थेन चित्रेण पृथिव्या गोलाकारत्व सुस्पष्टमेव दृश्यते।

पृथिव्या गोलाकारत्वमेव न केवलमाधुनिकज्योतिर्विद्भि सुप्रमाणितम्, गोलत्वपरिमाणमपि सुनिरूपितम्। गोलत्वमान (वक्रतामानम्) एव क्रियते। एकः सुदृढ क्रोशमितदीर्घो लौहदण्ड. पोतात् समुद्रमध्ये सुदृढयन्त्रेण मध्यभागाद् लम्ब्यते। यत पृथिवी गोलाकारा, अत समुद्रपृष्ठ शनै शनैर्निम्नतामधिगच्छति, लौहदण्डस्य च उभे कोणे समुद्रपृष्ठात् किञ्चिदूर्ध्वे तिष्ठत। सूक्ष्मनिरीक्षणेनेदम् ऊर्ध्वत्वम् अष्ट इञ्च मितम्, अर्थात् पृथिवी क्रोशार्धे अष्ट इञ्च मित निम्नत्व भजते। निम्नत्वमिदमन्तरवर्गेण च भिद्यते, अर्थात्

२ क्रोशार्धान्तरेण $२^२ \times ८ = ३२$ इञ्चतुल्यम्।

३ क्रोशार्धान्तरेण $३^२ \times ८ = ७२$ इञ्चतुल्य भवति।

निम्नचित्रमिद प्रदर्शयति—



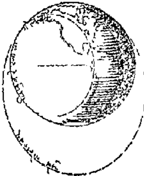
गोलत्वमाननयनम्

२.११ पृथिव्या ध्रुवनिम्नता

पूर्वानुच्छेदे पृथिव्या गोलाकारत्व प्रमाणपुरस्सर व्याख्यातम्। परन्तु पृथिवी सर्वथा गोलाकारा न, तस्या ध्रुवप्रदेशौ किञ्चिद् निम्नावेव। यदि पृथिवी साकल्येन गोलाकाराऽभविष्यत्

तर्हि देशान्तरवृत्तानि सर्वथा वृत्ताकाराणि, देशान्तरवर्तिनः कस्यचिदंशस्य दीर्घत्वं सर्वत्र समानमेवाभविष्यत्। परन्तु देशान्तरवृत्तानि दीर्घवृत्ताकाराणि, अंशस्य दीर्घत्वमसमम्। निम्नलिखितसारिण्यामंशस्य दैर्घ्यं सूक्ष्मतया परिमाय लिखितम्—

निरक्षप्रदेशे	एकस्यांशस्य	दीर्घत्वम्—	६८.७०४	क्रोशार्धमितम्।
२०° अक्षांशप्रदेशे	" "	"	६८.७८६	" " ।
४०° "	" " " "	"	६८.९९३	" " ।
६०° "	" " " "	"	६९.२३०	" " ।
८०° "	" " " "	"	६९.३८६	" " ।



पृथिव्या गोलत्वम्—विषुवरेखाया सुमेरौ च।

उपरिलिखितसारिण्या सुस्पष्टं यद् ध्रुवप्रदेशे एकस्यांशस्य दीर्घत्वमधिकम्, अर्थाद् देशान्तरवृत्तानि ध्रुवप्रदेशे किञ्चिन्न्यूनमात्रया वक्राणि लभन्ते, अर्थात्तानि किञ्चिन्मात्रदीर्घवृत्ताकाराणि। पार्श्वलिखितचित्रेण च देशान्तरवृत्तस्य दीर्घवृत्तत्वाद् अंशस्य दीर्घत्वेऽन्तरमापततीति प्रदर्श्यते।

२.१२ ध्रुवनिम्नताया मानम्, पृथिव्या व्यासश्च

निरक्षप्रदेशे पृथिव्या व्यासस्य परिमाणं ७९२६.६८ क्रोशार्धमितम्, परन्तु ध्रुवप्रोतव्यास (ध्रुवयोः लग्नं सूत्रं वा) ७८९९.८८ क्रोशार्धमितः। विशोधनाद् विश्लेषात् १३.३५ क्रोशार्धमिता प्रत्येकस्य ध्रुवस्य निम्नता।

ध्रुवनिम्नताया मानम् = (महत्तमो व्यासः−अल्पतमो व्यासः) / महत्तमो व्यासः

= २६.७ / ७९२६.६८ = १ / २९७

पृथिव्या ध्रुवनिम्नतामानम् १/२९७ अत्यल्पमेव, अर्थाद् व्यावहारिकदृष्ट्या पृथिवी गोलाकारैव। महाप्रयत्नेन रचितं सर्वथा गोलं कन्दुकमपि पृथिव्या अधिकं ध्रुवनिम्नत्वं भजते। पुनश्च यदि पृथिवी हस्तमितव्यासार्धस्य कन्दुकेन निरूप्यते तर्हि ध्रुवप्रदेशयोः १/३०० इञ्चमितं निम्नत्वम्। उच्चतमस्य पर्वतशिखरस्याप्यस्मिन् कन्दुके १/१०० इञ्चमितं उच्चत्वं भविष्यति, अयमुच्छ्रयश्च नेत्राभ्यां न दृश्यते।

ध्रुवनिम्नताया हेतुरक्षभ्रमणमस्ति। § इमे सुस्पष्टतया न ज्ञायते, तद्व्यस्तमेव।

२.२ पृथिव्या अक्षभ्रमणम्

सौरे मते (पृथिवी एको ग्रहः) सर्वे ग्रहाः पश्चिमतो भ्रमन्ति, भ्रमणमिदं परिक्रमणमिति

निगद्यते। परन्त्वेते ग्रहाः स्वार्क्षं (याम्योदग्‌ध्रुवप्रोतयष्टिं वा) परितोऽपि भ्रमन्ति, भ्रमणमिद-मक्षभ्रमणं कथ्यते। अक्षोऽयं तेषां पिण्डानामन्तर्विद्यते। परिक्रमणे पिण्डो यस्मिन् कक्षावृत्ते परिभ्रमति तस्य वास्तविकी सत्ता, परन्त्वक्षः केवलं काल्पनिकं ध्रुवयोर्लग्नं सूत्रम्।

२.२१ अक्षभ्रमणस्य प्रमाणानि

प्राचीनकाले ग्रीसनिवासिनां मतेन पृथिवी अचलासीत्। 'कापर्निकस'-महोदयस्य पूर्व-मिदमेव मतं सर्वैरङ्गीकृतमासीत्। दिनरात्रिविभागस्य विद्येते द्वौ विकल्पौ—(क) पृथिवी पश्चिमदिशः पूर्वदिशं भ्रमति, (ख) खगोल एव सम्पूर्णः प्रतिदिनं पूर्वस्मात् पश्चिमदिशं भ्रमति। प्राचीनानां विचारे प्रथमो विकल्पो न सम्भवः, परन्तु 'कापर्निकस' महोदयस्य मतेन प्रथम-विकल्प एव सम्भवः। अधुना तु कापर्निकसमहोदयस्यैव मतं सर्वैः स्वीक्रियते। अर्थात् पृथिव्येव प्रतिदिनं पश्चिमदिशः पूर्वदिशं भ्रमति, अथवा अक्षभ्रमणं करोति।

अधो दीयन्ते मुख्यानि प्रमाणानि। एषां 'फूको' महोदयस्य दोलनप्रयोग एव सर्व-प्रथममप्रत्याख्येयभौतिकप्रमाणम्।

(१) दिनरात्रिविभागस्य व्याख्यायामेकाक्रियाः पृथिव्याः पश्चिमदिशः पूर्वदिशि भ्रमणं सकलखगोलस्य प्रतिदिनं पूर्वदिशः पश्चिमदिशि भ्रमणस्यापेक्षया स्वाभाविकं सरलतरञ्च।

(२) सूर्यश्चन्द्रोऽन्ये ग्रहाश्च दूरदर्शकयन्त्रेणाक्षभ्रमणं कुर्वन्तो दरीदृश्यन्ते, अतएव पृथिव्या अप्यक्षभ्रमणं युक्तियुक्तम्।

(३) यदि सूर्योऽन्ये ग्रहाश्च सुदूरवर्तिनक्षत्रसमूहश्च (संक्षेपेण सम्पूर्णः खगोलः) प्रतिदिनं पूर्वस्मात् पश्चिमदिशं भ्रमेयुः, तर्हि तेषां मध्योत्सारिणी शक्तिः खलु महती भवेत्। इदन्तु न तथा। अत एव पृथिवी एव अक्षभ्रमणं करोति।

(४) 'न्यूटन' महोदयेन १६७९-तमे ख्रिस्ताब्दे एकः प्रयोगः कृतः। एकस्मादत्युच्च-हर्म्यशिखरात् सोऽपातयदेकं लौहपिण्डम्। स लौहपिण्डो यथार्थाधोबिन्दोः किञ्चित्पूर्वमपतत्। किञ्चित्पूर्वपतनमिदं पृथिव्या अक्षभ्रमणादेव।

(५) रणक्षेत्रे उत्तरदिक्स्थलक्ष्याभिमुखप्रक्षिप्तः शरो यथार्थलक्ष्यात् किञ्चित् पूर्वेण पतति, लक्ष्यात् किञ्चित् पश्चिमं साधितः शर एव लक्ष्ये पतति। एवमेव दक्षिणदिक्स्थलक्ष्ये साधितः शरो यथार्थलक्ष्यस्य किञ्चित् पश्चिमेन पतति। अत एव सिद्धं यत् भूपृष्ठमनु वस्तु पृथिव्या अक्षभ्रमणात् सव्यं व्यावर्तते। भूगोले अधीतो वातानां क्रमोऽपीदमेव समर्थयति।

(६) १८५१ तमे ख्रिस्ताब्दे फ्रांसदेशवासी 'फूको'-महोदय एकं लोलकं ('पेण्डु-लम'-यन्त्रम्) परिभ्रमय्य अक्षभ्रमणस्य समर्थनमकरोत्। एकस्मादत्युच्चहर्म्यशिखरस्य पटलस्य मध्यभागाद् एकेन २०० फिटमितलौहरज्ज्वा एको बृहद्‌लौहपिण्डोऽवलम्बितः। अथ पिण्ड-स्याधोभागे एका लौहसूचिका आसक्तासीत्। सा च वालुकापूर्णसमतलभाजनं स्पृशत्येव। तत्स्पर्शेन वालुकोपरि रेखा दृश्यते। तत्र सर्वाणि प्रयोगवस्तून्यतिस्वच्छानि संघर्षविहीनानि। प्रयोगे दृष्टं यद् वालुकोपरि दृष्टाया रेखाया दिशा शनैः शनैर्भिन्ना भवति। प्रतिहोरं दिग्भिन्नत्वं पञ्चदशगुणिताक्षांशज्यामितांशाः। अर्थाद् ध्रुवप्रदेशे कृते प्रयोगे दिग्भिन्नत्वं प्रतिहोरं

१५° भवेत्, निरक्षप्रदेशे च न किमपि दिग्भिन्नत्वमागच्छेत् । 'पेरिस'नगरस्य अक्षांशाः ४८°५०' मिताः, अक्षांशज्या ·७५, अत एव प्रतिहोर दिग्भिन्नत्व ११$\frac{1}{4}$° भवेत् । प्रयोगे (फूकोकृते प्रयोगे) दिग्भिन्नत्व ११$\frac{1}{4}$° एव आसीत् । यतो लोलकस्य सैव दिशा वर्तते (प्रयोगवस्तूनामतिदक्ष्यत्वात्), रेखाया दिग्भिन्नता वर्तते, अतः स्वाभाविकोऽयं निष्कर्षो यद् वालुकापूर्णसमतलभाजनमेव परिभ्रमति, अर्थात् पृथिवी परिभ्रमति ।[1] 'फूको'लोलनप्रयोगस्य एव कलाचित्रमधो दीयते ।



फूकोमहोदयस्य प्रयोगः

(७) पृथिव्या ध्रुवनिम्नतापि भुवोऽक्षभ्रमणं प्रमाणीकरोति । यदा कोऽपि पिण्डोऽक्षभ्रमणं करोति तदा तस्मिन् मध्योत्सर्पिणी प्रवृत्तिर्जायते । यथा यथाक्षभ्रमणं शीघ्रतरं भवति तथा तथा मध्योत्सर्पिणी शक्तिः प्रबला भवति । मध्योत्सर्पिशक्तेः पिण्डस्य सर्वेषां कणानामक्षदूराद् दूरगमनप्रवृत्तिर्भवति । परन्त्वियं दूरगमनप्रवृत्तिर्निरक्षप्रदेशे सर्वाधिका, ध्रुवप्रदेशे न्यूनतमा शून्यसमा, अक्षसमीपत्वात् । अत एव पिण्डस्य निरक्षप्रदेशः किञ्चिद् बहिर्गामी स्थूलो वा भवति । यतः पृथिव्या एतादृशी स्थितिः, अतः एव पृथिवी अक्षभ्रमणं करोति । ध्रुवोः शनैश्च अतिशीघ्रतराक्षभ्रमणाद् ध्रुवनिम्नताया मानमधिकतरम् ।

२.२२ अक्षभ्रमणवेगः, अक्षभ्रमणकालश्च

पृथिवी प्रायः ६० घटिकायां निजाक्षं परितः एकं भ्रमणं करोति, अर्थात् पृथिव्या अक्षभ्रमणकालः हो २३ मि ५६ से ४·०९१ । यतः पृथिव्याः परिधेरासन्नमानं २५००० क्रोशार्धानि,

1 लोलकस्य 'आइरेकोप'यन्त्रमपि स्वदिशां न त्यजति । अत एतानेन यन्त्रेणापि सरलतया अक्षभ्रमणं सिद्ध्यति ।

अनस्ता प्रतिसेकिण्डं $\frac{२५०००}{२४\times६०\times६०} = \frac{३}{१०}$ = ·३ मितं क्रोशार्धभागं भ्रमति, अथवा प्रतिपलं सप्तक्रोशार्धानि भ्रमति।

२.२३ अक्षभ्रमणवेगे अक्षभ्रमणकाले वा परिवर्तनानि

इह जगति सर्वेषु कार्येषु कालनिश्चयस्यावश्यकता वर्तते। अधुना प्रायः सर्वेषु मध्यवित्त-पुरुषाणां गृहेषु दृश्यन्ते घटिकायन्त्राणि, परन्तु सर्वाणि घटिकायन्त्राणि सर्वदा समकाले सममेव समयं न प्रकटयन्तीति सामान्योऽनुभवः। प्रायस्तेषां भिन्नता जायते। भिन्नता चेयमादर्शघटिकाभिः 'रेडियो'कालसंकेतादिभिर्दूरीक्रियते यदा कदा जनैः। रेडियोसंकेताश्च वेधशालास्थसूक्ष्मसमय-मापकयन्त्रैः संशोध्यन्ते (वेधशालास्थसूक्ष्मघटिकायन्त्राणां विवरणं §दास्यते)। तानि वेधशाला-स्थयन्त्राणि च महता प्रयत्नेन सर्वथा दोषपरिवर्जितानि निर्मितानि, तथापि सम्भवस्तेषु सूक्ष्मातिसूक्ष्मकालभेदः। इदमपि परिहर्तुं ज्योतिर्विदो नक्षत्राणां याम्योत्तरवेधैरेव प्रतिदिनं दैनन्दिनयाम्योत्तरोल्लङ्घनसमयस्य पूर्वज्ञानात् कालं संशोधयन्ति। एवं कालसंशोधने याम्यो-त्तरोल्लङ्घनवेधः परमोपयोगी।

परन्तु याम्योत्तरोल्लङ्घनं नक्षत्राणां पृथिव्या अक्षभ्रमणादेव। यदि पृथिव्या अक्षभ्रमण-काले आगच्छेत् कश्चिद् भेदः, सर्वा कालसंशोधनव्यवस्था सदोषा भवेत्, अत एव अक्षभ्रमण-कालविकारः सर्वथा सूक्ष्मातिसूक्ष्मतया निश्चेतव्यः। विकारोऽयं निश्चीयतेऽन्यग्रहाणां वेधैः। चन्द्रकृतनक्षत्राच्छादनसमयः, गुरोरुपग्रहाणां परिक्रमणसमयः, सूर्यबिम्बे शुक्रस्योल्लङ्घनसमयः— सर्वे एते गणनया गण्यन्ते पूर्वम् (एतेषां सर्वेषां पृथिव्या अक्षभ्रमणकालेन न कोऽपि सम्बन्धः, अत एव पृथिव्याः सत्यपि अक्षभ्रमणकालविकारे न दृश्यते एतेषां वेधेषु कश्चिद् भेदः), ततो वेधेन निश्चीयन्ते, ततो गणनागतसमय-वेधसमययोरन्तरे पृथिव्या अक्षभ्रमणकालविकार इति निर्धार्यते। एवमल्पाल्पमितोऽपि कालभेदो निश्चीयते। अत एव ज्योतिर्विद्भिः साधितं यत् पृथिवी अचलात्मा अक्षभ्रमणं न करोति, काले काले अक्षभ्रमणकाले परिवर्तनं लक्ष्यते, परि-वर्तननियमास्त्वेते—

(१) पृथिवी शनैः शनैरक्षभ्रमणगतिं मन्दीकरोति। फलस्वरूपं दिनस्य मानं प्रतिशतकं ·००१६ सेकिण्डभागादधिकं भवति, अर्थाद् यदि अद्य दिनमानं २३ हो ५६ मि ४·०९०५ से मितं तर्हि संवत्सराणां शतकस्य अनन्तरं दिनं २३ हो ५६ मि ४.०९२१ से मितं भविष्यति।

(२) अक्षभ्रमणगतौ अनियमितानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते। अनियमितकालभेदस्य महत्तममानं ३० सेकिण्डमितं सम्भवम्। १७८५-तमे खिस्ताब्दे पृथिव्या अक्षभ्रमणगतिस्तस्मात् मन्दाभवत्, १८९९-तमे खिस्ताब्दे ताऽस्मात् द्रुता जाता।

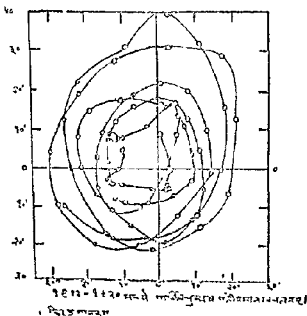
(३) वार्षिकपरिवर्तनमपि गतौ दृश्यते। वसन्ते पृथिव्या गतिर्मन्दा भवति, शरदि द्रुता भवति। अस्मात् कारणाद् दिनमाने महत्तमकालभेदः ·००००२५ सेकिण्डमितः।

२.२४ परिवर्तनकारणानि

समुद्रमध्ये समुद्राधस्तले आप्लायाना सङ्घर्षणम्, नदीभिः पृथिवीपृष्ठस्य एकस्माद् भागाद् भागान्तरं जल प्रस्तर कणकानां वहनम्, वायोः ऋतुसम्बन्धि प्रवाहाः, समुद्राधस्तलस्योद्गमनमधोगमनञ्च, सर्वाण्येतानि कालभेदस्य मूले वर्तन्ते।

२.२५ पार्थिवध्रुवयोः (सुमेरुकुमेर्वोः) प्रतीयमानविचलनम्

इष्टस्थानस्य अक्षांशनिर्णयो ध्रुवप्रदेशस्य वेधेनोन्नतांशानधिगम्य भवति, अत एव ज्योतिर्विदः काले काले ध्रुवोन्नतांशाना वेधान् कुर्वन्ति। अद्भुतं दृष्टं तैर्यद् उन्नतांशानां किञ्चिदतिसूक्ष्मातिसूक्ष्मान्तर दृश्यते काले काले। बहुकालपर्यन्त वेधान् विधाय तैर्निश्चितं यद् ध्रुवस्य विचलनं पार्थिवध्रुव (सुमेरुकुमेरु)-विचलनाज्जायते। पार्थिवध्रुवयोर्विचलनमिदं अतिसूक्ष्मातिसूक्ष्मम्, अर्थात् प्रत्येको ध्रुवः ४० फिटपर्यन्तमेव विचलति। सर्वाधिकं विचलनमप्येतस्या विकक्षया न्यूनमेव। निम्नचित्रे विचलन प्रदर्श्यते—



१९१२-१९२० मध्ये [illegible]

ध्रुवविचलनं सर्वप्रथमं 'चाण्डलर'-महोदयेन गणितेनैव सूचितम्, पश्चाद् वेधेन निर्णीतम्। ध्रुवो नियतमध्यस्थानाद् द्विप्रकारेण गत्या विचलति। प्रथमगतेरान्दोलनं ०".१८, आवृत्तिकालः ४३२ दिनानि; द्वितीयगतेरान्दोलनं ०".०९, आवृत्तिकालश्च ३६५ दिनानि।

२.३ पृथिव्याः परिक्रमणम्

प्राचीनकाले ज्योतिर्विदो भूस्थिरतावादिन आसन्, अर्थात् पृथिवी स्थिरा, सर्वे ग्रहाः सूर्यचन्द्राः पृथिवीं परितो भ्रमन्ति, सूर्यश्च भगोले एकेन वर्षेण भुव एकां पूर्णां प्रदक्षिणां करोतीति तेषां कथनमासीत्। अधुना तु सर्वमेतद् मतं निरस्तम्। हेतुप्रमाणपुरस्सरं सुनिश्चितं यत् पृथिवी एव सूर्यस्य परिक्रमां करोति, न तु सूर्यः पृथिव्याः।

२.३१ प्रमाणानि

(१) प्रथमं तु दूरदर्शकयन्त्रैरिदं दृश्यते यत् सर्वे भौमादिग्रहाः सूर्यस्य प्रदक्षिणां कुर्वन्ति। पृथिवी अपि प्रदक्षिणां करोतीति निर्णयः स्वाभाविकः।

(२) अस्य गणितकं प्रमाणं केप्लर नियमेन लभ्यते। केप्लरनियमेन $\frac{(\text{ग्रहाणां मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{प्रदक्षिणाकालः})^2}$ —निष्पत्तिः सदैव स्थिरो राशिः। अत्र बुधस्य भौमस्य गुरुस्य शनेश्च $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2} = १$ समानो राशिरेव। अतः आकर्षणसिद्धान्तेन अनुमानद्वयस्य सम्भावना (क) प्रथमं सर्वे ग्रहाः सूर्यं परितो भ्रमन्ति, (ख) द्वितीयं सर्वग्रहान् परितो सूर्यो भ्रमति। द्वितीयस्यासम्भवत्वात् प्रथमानुमानमेव युक्तियुक्तम्। यतो भुवः $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2} = १$ अन्यग्रहपरिक्रमणगतस्थिरो राशिः, अत एव भूरपि सूर्यं परितो भ्रमति।

भुवमभितो भ्रमतश्चन्द्रस्य $\frac{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3}{(\text{परिक्रमणकालः})^2}$ = अन्यग्रहाणां परिक्रमणगतस्थिरराशेः भिन्नः, अत एव चन्द्रभुवोराकर्षणशक्तिर्भिन्ना। यदि सूर्यो भूगोलपरिक्रमणशाली भवेत्, तदा तस्यापि चन्द्रतुल्यः स्थिरराशिर्भवेत्। न च तथा, अत एव सूर्यः पृथिव्याः प्रदक्षिणां न करोति। एवमन्वयव्यतिरेकाभ्यां गणितविधया भुवः सूर्यपरिक्रमणं सिद्धम्।

(३) नक्षत्राणां वार्षिकं लम्बनं दृश्यते (विशेषेण द्रष्टव्यः §११.२३) नक्षत्राणां भगोले प्रतीयमाना स्थितिः षण्मासानन्तरं किञ्चिद् भिन्ना भवति, पुनः षण्मासानन्तरं (अर्थात् प्रथमस्थितेर्वर्षानन्तरं) नक्षत्राणि तत्रैव दृश्यन्ते। अनेन भुवः परिभ्रमणं सूच्यते।

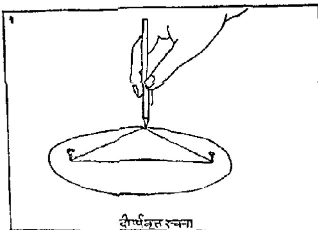
(४) नक्षत्राणां प्रकाशस्य किञ्चिद् मार्गच्युतिर्लभ्यते (विशेषेण द्रष्टव्यः § २.६९)। अनेन प्रकाशस्य सीमितगतिकत्वं भुवः परिक्रमणञ्च सिद्ध्यति।

२.३२ परिक्रमणमार्गः (भूकक्षा)

पृथिव्याः परिक्रमणकक्षा दीर्घवृत्ताकारा। अस्य दीर्घवृत्तस्य दलकेन्द्रितात्यल्पमिता। अन्यैकस्मिन्नाभौ तिष्ठति सूर्यः, अन्यो नाभी रिक्त एव। दीर्घवृत्तरचना एवं क्रियते—

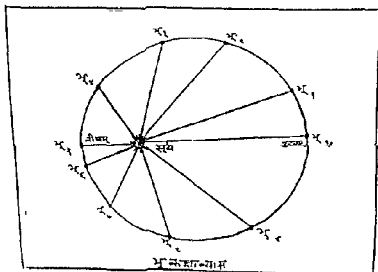
द्वे शलाके किञ्चिदन्तरे दृढं स्थाप्येते, एकं सूत्रञ्च गृहीत्वा तस्य द्वे कोटी ग्रन्थिना प्रतिबध्यते, ततो यदि एषा लेखनी (अथवा लेखिनी) गृहीत्वा, तया धनीकृत सूत्र तद्

आततत्तया समन्ताद् भ्राम्येत्तदा सूत्रभ्रमणेन कल्पित आकारो दीर्घवृत्तं कथ्यते । अत्र द्वे शलाके दीर्घवृत्तस्य द्वौ नाभी, सूत्रदीर्घत्वं = बृहदक्षव्यासः × (१ + उत्केन्द्रिता) ।



दीर्घवृत्त रचना

परिक्रमणकक्षाया एव निश्चयः कृतः । सूर्यस्य प्रतीयमानबिम्बव्यासः पृथिव्या दूरत्वापेक्षी, अर्थात् यथा यथा पृथिवी सूर्याद् दूरं गच्छति तथा तथा सूर्यबिम्बं लघुतरं प्रतीयते, यथा यथा च सूर्यस्य समीपं गच्छति तथा तथा सूर्यबिम्बं दीर्घतरं प्रतीयते । सूर्य-



भूकक्षान्यास

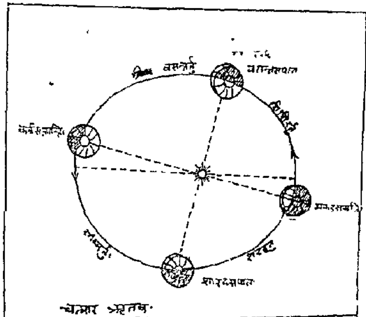
बिम्बस्य प्रतीयमानव्यासस्य च वेधेनोपलब्धिः, दूरदर्शकेनैव सुकरा। अतः प्रतिदिनं सूर्यस्य दूरत्वमपि गणनशक्यम्। दैनिकदूरत्वानां चित्रे आलेखनेन दीर्घवृत्ताकारं क्षेत्रं लभ्यते।

अस्य दीर्घवृत्तस्य उत्केन्द्रितात्यल्पमितैव। तस्य मानं केवलं $\frac{1}{60}$ मितम् (सूक्ष्ममानं ·०१६७४)। अनया उत्केन्द्रितया लिखितं दीर्घवृत्तं केवलं नेत्राभ्यां वृत्तमिव दृश्यते।

दीर्घवृत्ते यो बिन्दुः सूर्यस्य समीपतमः स नीचबिन्दुः कथ्यते। दीर्घवृत्ते यो बिन्दुः सूर्यात् परमदूरत्वे स्थितः स उच्चबिन्दुः (उच्चं वा) प्रोच्यते। नीचबिन्दुः जनवरी-मासस्य प्रथमदिने, उच्चबिन्दुश्च जुलाई मासस्य प्रथमदिने भवति। नीचस्थपृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वं ९,१४,००,००० क्रोशार्धमितम्। उच्चस्थपृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वञ्च ९,४४,००,००० क्रोशार्धमितम्। सूर्यस्य प्रतीयमानबिम्बव्यासस्च क्रमशः ३२′ ३६″ कलादिकमितः, ३१″ ३१″ कलादिकमितश्च। सूर्यस्य मध्यमदूरत्वं ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि।

२.४ ऋतवः

वर्षे पाश्चात्यमतेन चत्वार ऋतवः—वसन्तो ग्रीष्मः शरत् शिशिरश्च। वसन्तो वसन्तसंपातात् कर्कसंक्रान्तिपर्यन्तकालः, ग्रीष्मः कर्कसंक्रान्ति-शारदसम्पातमध्यवर्तिकालः, एवं शरदृतुः



चत्वार ऋतवः

शारदसंपाताद् मकरसंक्रान्तिपर्यन्तकालः, शिशिरर्तुश्च मकरसंक्रान्ति-वसन्तसंपातमध्यवर्तिकालः।

२.४१ ऋतूनां कालावधयः

यत पृथिव्या मन्दवर्ग समकाले समक्षेत्राण्यतिक्रामति, अत एव पृथिवी सूर्यसमीपप्रदेशेषु तीव्रगत्या परिभ्रमति। दूरप्रदेशे अर्थादुच्चे मन्दगत्या परिभ्रमति, अत एव सूर्यसमीपप्रदेशेषु ऋतवो लघुतरा, दूरप्रदेशेषु किञ्चिद्दीर्घतरा, शिशिरो लघुतम, शरद् किञ्चिद्दीर्घो, वसन्तो दीर्घतरो ग्रीष्मश्च दीर्घतम। सामान्यतया ऋतूना निम्नलिखितानि मानानि—

वसन्त	—	९२	दिनानि	२०२	होरा
ग्रीष्म	—	९३	दिनानि	१४४	होरा
शरद्	—	८९	दिनानि	१८७	होरा
शिशिर	—	८९	दिनानि	०५	होरा
आर्तववर्षमानम्		३६५	दिनानि	५८	होराश्च।

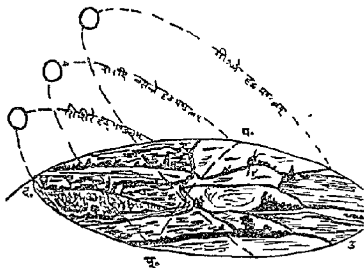
२.४२ ऋतुकारणम्

ऋतूनाम् औष्ण्यस्य शैत्यस्य च कारण सूर्यसन्निधिर्न, यत शिशिरर्तौ भू सूर्यस्य समीपतम वर्तते (भूनीचबिन्दु जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के)। तथापि स एव काल शैत्यातिरेकस्य। एव ग्रीष्मर्तौ भू सूर्यस्य दूरतम तिष्ठति (भुव उच्चबिन्दु जुलाईमासस्य प्रथमदिनाङ्के), तथापि न दूरत्वात् कापि न्यूनता औष्ण्यस्य।

तर्हि किं कारण ग्रीष्मे औष्ण्यस्य, शिशिरे च शैत्यस्य? अत्र पृथिव्या अक्षस्य प्रवणता मुख्यो हेतु। यदि पृथिवी स्थिरा भवेत् (अर्थात् भूपरिक्रमण न स्यात्) तदा न स्याद् ऋतुवैभिन्न्यम्। एकस्मिन् स्थाने सर्वदैक एव तापक्रमो भवेत्। यदि पृथिव्या अक्ष ऊर्ध्वाधर स्यात्तर्हि कश्चित् स्थानविशेष सर्वदा सूर्यं प्रति एकामेव प्रवणता भजेत—निरक्षप्रदेशेषु सर्वदा स्यौष्ण्यम्, ध्रुवप्रदेशेषु सर्वदातिशैत्यम्, अर्थात् स्थानविशेषे सर्वदैक एव तापक्रम। परन्तु वस्तुतो नैवम्। ध्रुवयोर्लग्न सूत्र (अर्थात्, अक्ष) क्रान्तिवृत्ततलस्योर्ध्वाधरात् २३½° मिता प्रवणता भजते। अक्षोऽप्य भूकक्षाया सर्वदा समानान्तर एकबिन्द्वभिमुखश्च, अर्थाद् भ्रमणकाले अक्षस्य दिशा न परिवर्तते। अत एव स्थितोऽस्ति यद् ग्रीष्मर्तौ पृथिव्या उत्तरार्धं सूर्याभिमुख, शिशिरर्तौ दक्षिणार्धश्च सूर्याभिमुखो भवति।

अक्षस्य प्रवणत्वात् सूर्यस्य क्रान्त्यश्च विभिन्ना। मकरसङ्क्रान्तौ सूर्यं सुदूरदक्षिणे वर्तते, तस्य क्रान्त्यशाश्च—२३° ३०′ मिता। वसन्त सम्पात शारदसम्पातयो सूर्यो नाडीवृत्ते दृश्यते। कर्कसङ्क्रान्तौ सूर्य सुदूरोत्तरे, तस्य क्रान्त्यशाश्च + २३° ३०′ मिता। अत एव सूर्यस्य दृङ्मण्डल मसमम्। २५ पृ० प्रथमचित्रे सूर्यस्य विभिन्नदृङ्मण्डलानि प्रदर्शितानि।

यतो विविधर्तौ सूर्यस्य क्रान्त्यंशा विभिन्ना, अर्थात् भूमण्डले सूर्यकिरणाना विविधकोणैरप्यपातो दृश्यते, अतो विविधर्तौ सूर्यकिरणोपलब्धतापो विविध, सूर्यकिरणोपलब्धतापस्य सूर्यकिरण जनितकोणापेक्षित्वात्। यदि सूर्यकिरणा ऋजव, तर्हि सूर्यकिरणलब्धतापोऽधिक। यदि सूर्यकिरणा कुटिलास्तर्हि सूर्यकिरणलब्धतापो न्यून। इद २५ पृ० द्वितीयचित्रात् स्पष्ट भविष्यति—



विभिन्नेषु ऋतुषु विभिन्नानि सूर्यदृङ्मण्डलानि ।

[क—अवस्थाया किरणा ऋजवः, भुवः क—स्थाने विस्तृताः । ख—अवस्थाया किरणाः

क

तीव्रे सूर्यकिरण

ख

तीथरे सूर्यकिरणा

औष्ण्ये किरणानामावर्तशीतोष्णसंबन्धौ

कुटिला, ख—स्थाने वितता । ख—स्थानस्य क्षेत्रफलं क—स्थानस्य क्षेत्रफलात् महत्तरम् । यत किरणाना तापयोग सम, अर्थात् क—स्थाने या तापप्राप्ति सा एव ख—स्थाने तापप्राप्ति, अत एव क—स्थानस्य भागविशेषस्य तापप्राप्ति ख—स्थानस्य तत्तुल्यभागविशेषस्य तापप्राप्तेरधिका । अर्थात् क—स्थाने ख—स्थानापेक्षया औष्ण्यमधिकतरम्]

ग्रीष्मे सूर्यकिरणा ऋजव, शिशिरे च सूर्यकिरणा कुटिला भवन्ति, अत एव ग्रीष्मे औष्ण्य शिशिरे च शैत्य वर्तते । इदञ्च प्रथम कारणम् ।

पुनश्च शिशिरे सूर्यकिरणास्तिर्यक्त्वात् वायुमण्डलस्य अधिकभागानुल्लङ्घयन्ति, वायुमण्ड लोल्लङ्घने किरणाना तापो हीयते । इय हानिरुल्लङ्घनदैर्घ्याधीना । उल्लङ्घनदैर्घ्यञ्च शिशिरे अधिकम् । अत एव वायुमण्डलप्रतिरोधविनाशात् शिशिरे सूर्यकिरणा न्यूनमात्रया ताप ददति । इदञ्च द्वितीय कारणम् ।

अस्त्येकम यत् कारणम् । शिशिरे दिनमानमल्पम्, ग्रीष्मे दिनमानमधिकम् । अर्थात् क्षेत्र विशेष सूर्यात् शिशिरेऽल्पकालपर्यन्त ताप लभते, ग्रीष्मर्तौ चाधिककालपर्यन्तम् । अत एव तत्र शिशिरे तापस्य न्यूनता, ग्रीष्मे च बहुलता दृश्यते ।

एव किरणाना कुटिलपतनेभ्य (१) अधिकक्षेत्रे तापप्रसरणम्, (२) वायुमण्डलस्य अधिकोल्लङ्घनम्, (३) दिनमानस्य अल्पतरत्वञ्च शिशिरे शैत्यहेतव ।

२.४३ कथ ऋतुस्थिरायते ?

यदि सूर्यकिरणोपलब्धताप एव औष्ण्यस्य मूले वर्तेत तर्हि सर्वाधिकौष्ण्ययुत दिन जून मासस्य २२—तमदिनाङ्के भवेत्, सर्वाधिकशैत्ययुत दिनञ्च दिसम्बरमासस्य २२—तमदिनाङ्के भवेत् । परन्तु नैव दृश्यते । किमत्र कारणम् ? पृथिवीं परितो वायुमण्डल वर्तते । वायुमण्डल मिद तत्पृथिव्यास्ताप बहिराकाशगमनात् प्रतिरुणद्धि । नूनं २२—तमे जूनमासस्य दिनाङ्के पृथिवी सर्वाधिक ताप गृह्णाति, परन्तु तदा तस्या कोपे तावन्मात्रस्तापसञ्चयो न विद्यते यावन्मासैक प्राय पक्षान्तरे । अनेनैव हेतुना महाशैत्यमनुभूयते जनवरीमासमध्ये ।

सिद्धान्तोऽय दैनिकशैत्यौष्ण्याना सम्बन्धेऽपि सत्यम् । सर्वाधिकोष्णकालोऽपराह्णो भवति न तु मध्याह्न, एवमेव सर्वाधिकशीतलकालो रजन्याश्चतुर्थप्रहरे भवति, न तु द्वितीयप्रहरान्ते ।

२.४ वायुमण्डलम्

अदृश्यरूपेण परमलघुभारवेण वायुना सर्वे प्राणिन प्राणन्त इति सनातनोऽनुभव । वायुरस्य वस्तुतो वाष्पाणा मिश्रणमस्ति, पृथिवीमभितो द्विशतक्रोशार्धपर्यन्त मण्डलाकारवायुमण्डले च लभ्यते । वायुमण्डले निम्नलिखितवाष्पाणामुपस्थितिर्दृश्यते—

नाइट्रोजनम्	७७ १६ %
आक्सीजनम्	२० ६ %

जलीयवाष्पाणि	१·४ %
आरगन-हिलियम-नियम क्रेप्टन-जेननादयः	०·८ %
कार्बनडाइआक्साइडम्	०·०४ %
	१००·०० %

२.५१ वायुमण्डलस्य त्रयः स्तराः

वायुमण्डलं पृथिव्या उपरि ५०० क्रोशार्धपर्यन्तं विततमस्ति। अस्मिन् त्रयः स्तरा दृश्यन्ते—(१) दशक्रोशार्धपर्यन्तम् उष्णमण्डलम्, (२) दशक्रोशार्धात् पञ्चाशत्क्रोशार्धपर्यन्तं स्थिरमण्डलम्, (३) पञ्चाशत्क्रोशार्धात् पञ्चशतक्रोशार्धपर्यन्तञ्च 'आयण'मण्डलम्।

उष्णमण्डले विभिन्नोच्छ्रयेषु विभिन्नास्तापक्रमाः। पृथिवीपृष्ठस्य समीपे उच्चतमः, सर्वाधिकोच्छ्रये निम्नतमः केवलं—५५·६ सेन्टीग्रेडमितः। अत्रैव मेघा अवलोक्यन्ते, अत्रैव च वायुप्रवाहाः स्वोर्ध्वाधोगतिभिः संक्षोभान् उत्पाद्य दूरदर्शकपतितबिम्बे किञ्चिद् धूमिलत्वं जनयन्ति।

स्थिरमण्डले मेघा न सन्ति। अत्र च जलीयवाष्पाण्यपि विरलतया विद्यन्ते। मेघहीनेऽस्मिन् स्तरे केवलमक्षुब्धशीतलवायुप्रवाहाः प्रवहन्ति। अत्र वाष्पाणि प्रायो मुक्तावस्थायामेव लभ्यन्ते।

आयणमण्डले केवलं नाइट्रोजनम् आक्सीजनञ्च लभ्येते। अस्मात् स्थानाद् रेडियो तरङ्गाः पृथिवीं प्रति परावर्तन्ति। आयणमण्डलस्य विवरण § ५.३१५ तमेऽपि दास्यते।

२.५२ प्रकाशकिरणानां वर्तनक्रिया

सर्वे खगोलीयपिण्डप्रक्षिप्तप्रकाशकिरणा वायुमण्डलं प्रविश्य पृथिवीपृष्ठस्थदूरदर्शकयन्त्रे पतन्ति। अत एव ज्योतिर्विद्भ्यो वायुमण्डलस्य प्रकाशकिरणानां विकारस्य चाध्ययनं परममहत्त्वपूर्णमस्ति।

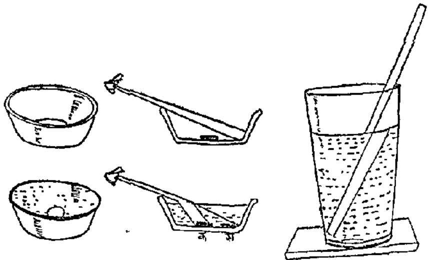
प्रकाशकिरणा विभिन्नघनत्ववतां वस्तूनां माध्यमेन निस्सृत्य काञ्चिद् वक्रतां भुग्नतां नतिं वा भजन्ते। इयं वक्रता, भुग्नता, नतिर्वा किरणवक्रीभवनं किरणवर्तनं वर्तनं वा कथ्यते।

अस्य वर्तनस्य नैकानि परिचितोदाहरणानि सन्ति।

(१) जलपात्रे अर्धनिमग्नस्य एकस्य सरलकाष्ठदण्डस्य जलमग्नभागो जलाद् बहिर्वर्तिभागश्च एकस्यां रेखायां न दृश्येते। जलान्ते दण्डः किञ्चिद् भुग्नो दृश्यते।

(२) एकस्मिन् जलविहीनपात्रे अधस्तले एकां रूप्यकमुद्रां स्थापयेत्, पात्रस्य पार्श्वं एवं तिष्ठेद् यद् मुद्रा न दृश्यते। यदि कोऽप्यन्यो जनस्तस्मिन् पात्रे जलं पातयति, मुद्रा शनैः शनैर्दर्शनीया भवति (चित्रं २ द्रष्टव्यम्)।

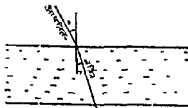
अत्र उभयोरुदाहरणयोर्जलस्य वर्तनशक्तिः प्रयुक्तासीत् । जले वर्तनशक्तिर्विद्यते, तया शक्त्या जलनिमग्नप्रकाशकिरणाः किञ्चिद् भुग्नता भजन्ते ।



वर्तनस्य उदाहरणे

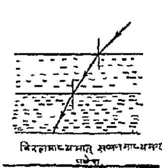
विवरणपूर्णविशेषाध्ययनाय भौतिकशास्त्रग्रन्था अवलोकनीयाः । अत्र दिग्दर्शनार्थमेव वर्तननियमाः संक्षेपेण दीयन्ते—

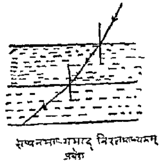
(१) प्रकाशकिरणा यदा जलम् अन्यपारदर्शकवस्तु वा भित्त्वा बहिर्गच्छन्ति तदा तेषां मार्गे किञ्चिद् भिन्नता आयाति, अर्थाद् आपतितकिरणानां दिशा वर्तितकिरणानां दिशया किञ्चिद् भिन्ना दृश्यते । भिन्नतेयं वस्तुतत्त्वेषु निर्भरा । निष्पत्तिः $\frac{\text{आपतितकोणज्या}}{\text{वर्तितकोणज्या}}$ वस्तुनो वर्तनाङ्कः कथ्यते । जलस्य वर्तनाङ्कः १·३३ मितोऽस्ति ।



वर्तनम्

(२) यदि किरणा विरलमाध्यमात् सघनमाध्यम प्रविशन्ति, तर्हि तेऽभिलम्बानुकूल

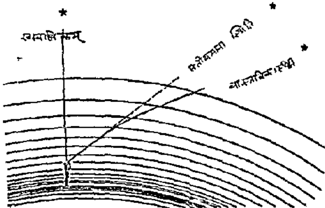

विरलमाध्यमात् सघनमाध्यमम् प्रवेश.


सघनमाध्यमाद् विरलमाध्यमम् प्रवेश

दिशाया भुग्नता भजन्ते । यदि न सघनमाध्यमाद् विरलमाध्यम प्रविशन्ति, तर्हि तेऽभिलम्ब प्रतिकूलदिशाया भुग्नता भजन्ते ।

२४३ वेधेषु वर्तनजनितसंस्कारा.

उपरि वर्णित यत् किरणा विरलमाध्यमात् सघनमाध्यम प्रविश्य अभिलम्बानुकूलदिशाया नतिं प्राप्नुवन्ति । वायुमण्डले उपरिभागे विरलवायव सन्ति, निम्नभागे च सघनवायवः सन्ति,



वेधे वर्तनजनितसंस्कारा. क्रियन्ते ।

अत एव किरणा निरन्तरमभिलम्बानुकूलदिशायां नमन्ति । एवं वस्तुत क-स्थाने स्थित नक्षत्रं ख-स्थाने दृश्यते, यथा उपशाये क-स्थितमुद्रा ख-स्थाने अदृश्यत । अत एव किरणवर्तनाद्

दृष्टनक्षत्रस्य प्रतीयमाननतांशा वास्तविकनतांशेभ्योऽल्पाः, व्यत्यासेन प्रतीयमानोन्नतांशा वास्तविकोन्नतांशेभ्योऽधिका भवन्ति। वर्तनजनितमिदमंशान्तरं विभिन्नेषु उन्नतांशेषु नतांशेषु वा विभिन्नम्। खस्वस्तिकस्थनक्षत्रे किमप्यन्तरं न जायते; क्षितिजलग्ननक्षत्रे च सर्वाधिकमन्तरं जायते। निम्नलिखितसारिण्यां विभिन्नोन्नतांशेषु वर्तनजनितमंशान्तरं दीयते। वेधोपलब्धनतांशेष्विदं संकलय्य, वेधोपलब्धोन्नतांशेभ्यश्चेदं विकलय्य यथार्थनतांशाः प्राप्यन्ते। अर्थात्

यथार्थनतांशाः = वेधोपलब्धनतांशाः + वर्तनान्तरम्
यथार्थोन्नतांशाः = वेधोपलब्धोन्नतांशाः — वर्तनान्तरम्।

२.५३ सारिणी

प्र. उ.	वर्तनान्तरं	प्र. उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तरं	प्र.उ.	वर्तनान्तर	प्र.उ.	वर्तनान्तरं
०°०'	३३'०"	५°०	९'५४'	१०°	५'१५"	२०°	२'३५	३०°	१'३८"	४०°	१'०८"	५०°	०४८'
०°३०'	२८'२३"	५°३०'	९'०८'	११°	४'४७"	२१°	२'२७"	३१°	१'३५"	४१°	१'०५"	५५°	०४०"
१°०'	२४'२१"	६°००	८'२८	१२	४'२३	२२°	२'२०"	३२°	१'३१"	४२°	१ ०३"	६०°	०३३"
१°३०'	२१'१५"	६°३०'	७'५१"	१३°	४'०३"	२३°	२'१४"	३३°	१'२८"	४३°	१'०१"	६५°	०२६"
२°००'	१८'३५"	७°००	७'२०"	१४°	३'४५'	२४°	२'०८"	३४°	१'२४"	४४°	० ५९"	७०°	०२१"
२°३०	१६'२४"	७°३०'	६'५३"	१५°	३'३०"	२५°	२'०२"	३५°	१ २१"	४५°	० ५७"	७५°	०१५"
३°००	१४'३६"	८°००	६'२९"	१६°	३'१७"	२६°	१'५६"	३६°	१'१८"	४६°	० ५५"	८०°	०१०"
३°३०'	१३'०६'	८°३९'	६'०८"	१७	३'०४"	२७°	१'५१"	३७°	१'१६"	४७°	० ५३"	८५°	० ५"
४°००	११'५१"	९°००	५'४८"	१८°	२'५४"	२८°	१'४७"	३८°	१ १३"	४८°	० ५१"	८९°	० १"
४°३०	१०'४८"	९°३०'	५'३१"	१९°	२'४४"	२९°	१'४२"	३९°	१'१०"	४९°	० ४९"	९०°	० ०"

प्र. उ. = प्रतीयमानोन्नतांशाः　　　　तापमानं ५०°　　　　वायुपीडनम् २९"६
[चैम्बर्स मैथेमैटिकल टेबेल्स]

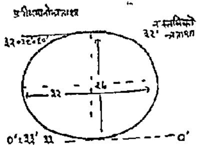
२.५४ वायुमण्डले किरणवर्तनस्य प्रभावाः

(१) आकाशो नीलवर्णो दृश्यते—वायुमण्डले असंख्यरजःकणाः सन्ति। प्रकाशकिरणतरङ्गास्तैः समाहता विकीर्णा भवन्ति। विकरणे च ह्रस्वतरङ्गाः सरलतया, दीर्घतरङ्गाश्च कृच्छ्रेण प्रकाशकिरणेभ्यः पृथग् भवन्ति। श्यामवर्णस्य (नीलवर्णस्य) किरणतरङ्गा अतिह्रस्वाः, इतीति न विकीर्णाः सन्त आकाशं नीलवर्णेन रञ्जयन्ति।

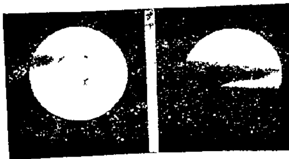
(२) सान्ध्यप्रकाशो रक्तवर्णो दृश्यते—सूर्यस्य क्षितिजलग्नस्य प्रकाशकिरणा वायुमण्डलस्य अधिकभागानुल्लङ्घ्यास्माकं समीपमागच्छन्ति। सुदीर्घमार्गोल्लङ्घनाद् ह्रस्वतरङ्गा नीलवर्णकिरणा विकीर्णा भूयो नश्यन्ति, रक्तवर्णस्य तरङ्गा अतिदैर्घ्यादस्माकं समीपमागमने समर्था भवन्ति, अत एव सूर्यश्चन्द्रो वा रक्तवर्णो दृश्यते, सान्ध्यप्रकाशोऽपि रक्तवर्णो भवति।

(३) रात्रावप्युष्णता वर्तते—दिवा दिवाकर पृथिवीं तपति, परन्तु दिवाप्राततापो रात्रावपि वर्तते। अत्र वायुमण्डलस्यैव वय कृतज्ञा यतो वायुमण्डल कम्बलमिवाचरति पृथिवी लब्धतापनिरोधने। वायुमण्डलरज कणास्तापस्य बहिरनन्ताकाशे विलयन रुन्धन्ति।

(४) सान्ध्यप्रकाशो भवति—वायुमण्डलोपस्थिते प्रभातकाले सायकाले वा सान्ध्य प्रकाशो वर्तते। सूर्यो यथार्थसूर्यास्तानन्तर किमपि काल क्षितिजलग्नो दृश्यते, (अत्रावधारणीय जन्पानस्थापितमुद्रादर्शनम्—§ २५२ तमे दत्त चित्रम्) पुनश्च सूर्ये वस्तुतोऽस्तगतेऽपि सूर्यकिरणा वायुमण्डले पतन्ति, यतो वायुमण्डल पृथिव्यपेक्षया उच्चवर्ति (सायङ्काले उच्चस्थाने निम्नस्थानापेक्षया विलम्बेन सूर्यकिरणा दृश्यन्ते)[1]। एव दिवारात्रिसङ्गमकाले सान्ध्यप्रकाशो भवति।



(५) सूर्यश्चन्द्रो वा उदयास्तकालयोर्दीर्घवृत्ताकारो दृश्यते—अत्रापि किरणवर्तन हेतु। चित्रे सूर्यबिम्बस्य निम्नतमो भाग क्षितिजलग्न, सूर्यबिम्बस्य उच्चतम भागस्य यथार्थोन्नताशा ३२-कलामिता, सूर्यबिम्बव्यासस्य ३२ कलावत्त्वात्। परन्तु प्रतीयमानोन्नताशा यथार्थोन्नताशेभ्यो भिन्ना। निम्नतमभागस्य उन्नताशा (यथार्थोन्नताशा + वर्तनान्तरम्) = ०° + ३३ = ३३ कलामिता, उच्चतमभागस्य प्रतीयमानोन्नताशा (यथार्थोन्नताशा + वर्तनान्तरम्) = ३२' + २८' = ६०' कलामिता। एवं प्रतीयमानसूर्यबिम्बस्य व्यासस्य



1 'विहाय भगवत्यनन्तगुरुपुष्प कमलिनीवनानि शकुनय इव दिवसमात्रमाने तरोश्च तरुशिखरेषु पर्वताग्रेषु च रविकिरणा स्थितिमकुर्वत'—कादम्बरी।

ऊर्ध्वाधरमानं ६०′ — ३३ = २७′ परन्तु क्षैतिजमानं पूर्ववत् ३२′ मितम्। अत एव सूर्यबिम्बं दीर्घवृत्ताकारं दृश्यते, दीर्घवृत्तस्य महाक्षस्य मानं $\frac{३२'}{२}$ = १६′, अल्पाक्षस्य मानं $\frac{२७'}{२}$ = १३′.५ कलादिकम्। चन्द्रोऽप्येवमुदयास्तकालयोर्दीर्घवृत्ताकारो भवति।

(६) दूरदर्शके नक्षत्राणां बिम्बे कम्प्रभावत्वं दृश्यते

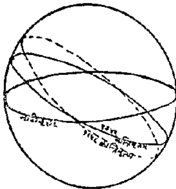
वायुमण्डले वायुविक्षोभा दृश्यन्ते। वायुविक्षोभेषु विभिन्नस्तरेषु विभिन्नतापक्रमा विद्यन्ते। विभिन्नेषु तापक्रमेषु विभिन्ना वर्तनाङ्का भवन्ति। नक्षत्राणां प्रकाशकिरणा विभिन्नैर्वर्तनाङ्कैर्विचलिता भवन्ति, किरणानां प्रभा कम्पमाना दृश्यते दूरदर्शकयन्त्रे। काले काले नक्षत्राणां स्थानच्युतिः नैकवर्णत्वञ्च लभ्येते।

(७) ध्वनिसृष्टिर्भवति

अस्य वायुमण्डलस्योपस्थितेरेव वयं परस्परं समालपितुं समर्थाः। (वायुमण्डलविहीनचन्द्रे सदैव पूर्णा निःशब्दता वर्तते)। वायुर्मुखनिःसृतशब्दतरङ्गान् अपरजनस्य कर्णौ प्रापयति। वाय्वभावे ध्वनिसृष्टिरसम्भवा भवेत्।

२.६ अयनगतिः

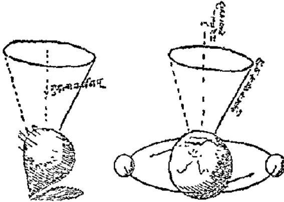
सूर्यो यदा मेषराशेः प्रथमं बिन्दुं स्पृशति तदा वर्षारम्भो भवति। मेषराशेः प्रथमबिन्दुर्मेषसम्पातनाम्ना प्रसिद्धः, यतोऽत्र नाडीचक्रस्य क्रान्तिवृत्तस्य च सम्पातो विद्यते। अयं वसन्तसम्पातनाम्नापि प्रसिद्धः, वसन्तस्य प्रारम्भे स्थितत्वात्। अस्य मेषसम्पातस्य विचित्रा गतिर्दृश्यते। यद्यस्मिन् वर्षे मेषसम्पातो मेषराशिस्थस्य कस्यचिन्नक्षत्रस्य समीपं दृश्यते, तर्हि आगामिवर्षारम्भे मेषसम्पातः पूर्वनक्षत्रात् कञ्चित् पश्चिमदिशायां दृश्यते, अर्थात् मेषसम्पातः प्रतिवर्षं किञ्चित् पश्चिमदिशां प्रति विचलति। विचलनमिदं प्राचीनैर्ज्योतिर्विद्भिरपि विदितम्। अस्य विचलनस्य हेतुः पृथिव्या अयनगतिरेव।



२.६१ पृथिव्या अयनगतिः

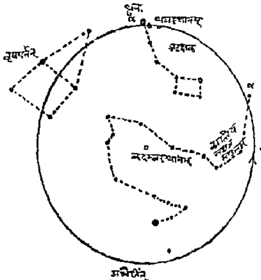
एकस्य घूर्णमानस्य भ्रमरकस्य (क्रीडनकविशेषस्य) तिस्रो गतयो दृश्यन्ते—(१) तद् अक्षभ्रमणं करोति, (२) तस्य अक्षस्य भूस्थिता कोटिः (कीलस्य भूलग्नो बिन्दुः) काले काले भुवि ईषद्वृत्ताकारे मार्गे भ्रमति, (३) भ्रमरकाक्षस्य भूस्थिता कोटिस्तु भुवि वर्तते एकस्मिन्नेव बिन्दौ, परन्तु अपरा ऊर्ध्वस्था कोटिरेकस्मिन् वृत्ते परिभ्रमति। पृथिव्या अपि

भ्रमरकस्येव तिस्रो गतयो वर्तन्ते—(१) प्रथमा गतिः पृथिव्या अक्षभ्रमणम्, (२) द्वितीया गतिर्भुवः सूर्यं परितो भ्रमणम्, (३) तृतीया च गतिरयनगतिरुच्यते । इयमेवात्र विचार्यते ।



पृथिवी भ्रमरकवद् भ्रमति ।

अस्यां गत्यां पृथिव्या अक्षस्तु सदैव ऊर्ध्वाधररेखातः २३½° मितां प्रवणतां भजते, परन्तु ऊर्ध्वस्था पार्थिवाक्षकोटिः (सुमेरुः) वृत्ताकारे भ्रमति । तदनुसारं भूमध्य सुमेरु लग्न रेखा खगोलं यत्र स्पृशति स काल्पनिकबिन्दुरपि परिभ्रमति । (अस्य काल्पनिकबिन्दोः समीपतमं नक्षत्रं



उत्तरध्रुवस्थानस्य अयनवृत्ते चलनम् ।

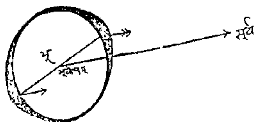
तत्कालीनो ध्रुवः प्रोच्यते)। ध्रुवस्य परिक्रमणकालः २५,८०० वर्षमितोऽस्ति। यतो ध्रुवपरिभ्रमणाद् मेषसम्पातोऽपि भ्रमति, अतो मेषसंपातस्य नाडीवृत्ते पूर्णपरिक्रमणं २५,८०० वर्षे भवति। अर्थादेकस्मिन् वर्षे $\frac{३६० \times ६० \times ६०}{२५८००} = ५०'' २५६४$ विकलामितं चलनं लभ्यते।

उपर्युक्त यद् भूमध्य सुमेरु लम्बरेखा खगोलं यत्र स्पृशति तस्य काल्पनिकबिन्दोः समीपतमं नक्षत्र तत्कालीनं ध्रुवस्थानं कथ्यते। ध्रुवस्थान २५,८०० वर्षैकं परिक्रमण करोति। अधुना ध्रुवस्थान α—ऋक्षक नक्षत्रस्य (उत्तरध्रुवस्य) समीपे वर्तते, α—ऋक्षरनक्षत्रमस्माकं ध्रुवः कथ्यते। ईसापूर्वम् ३००० अब्दे ध्रुवः α—ड्रालिप-नक्षत्रस्य समीपमासीत्। खिस्ताब्दे ७,५०० तमे α वृषपर्वं नक्षत्रम्, खिस्ताब्दे १४,००० तमे अभिजिद् (α—वीणा) नक्षत्र ध्रुवो भविष्यति।

२.६२ अयनगतेः कारणम्

अयनकारणव्याख्या सरलविषयो नास्ति, तथापि संक्षेपेण किञ्चिद् व्याख्यायते। भ्रमरकस्य तृतीयाया गत्याः हेतुर्गुरुत्वाकर्षणशक्तिरेव। गुरुत्वाकर्षणशक्ति निरन्तर भ्रमरकमध्यभाग पृथिवीकेन्द्रं प्रति आकर्षति, घूर्णनञ्च भ्रमरकस्य भूमिपतन निवारयति। परन्तु संघर्षेऽस्मिन् सन्तुलितगतिस्तदैव भवति यदा भ्रमरकस्य अग्र ऊर्ध्वाधरस्थितिं विहाय काञ्चित् प्रवणता भजते। अत एव अग्रस्य ऊर्ध्वस्था कोटिः परिक्रमण करोति।

पृथिवीगतिविषये गुरुत्वाकर्षणशक्तिस्तु न विद्यते। केवल चन्द्रसूर्यग्रहाणामाकर्षणशक्तिः प्रयुज्यते। अक्षभ्रमणात् पृथिव्या विषुवप्रदेशा स्फीता (बहिर्लम्बिनः) भवन्ति। चित्रे शारदसम्पातकाले पृथिवी प्रदर्श्यते। सूर्य पृथिवीमाकर्षति, परन्तु अ १ स्थाने सूर्याकर्षणं अ २-



अयनचलनस्य कारणं सूर्याकर्षणम्।

स्थानापेक्षया अधिकम्, अत एव विषुवरेखाया: क्रान्तिवृत्तकक्षीभूतत्वे प्रवृत्तिर्दृश्यते। यदि पृथिव्या

अपभ्रमणं नाभविष्यत्, विषुवरेखा क्रान्तिवृत्तसम्वर्तिनी अभविष्यत्। परन्तु एवं न। अत एव भ्रमरकक्षस्येव पृथिव्या अक्षस्य ऊर्ध्वस्था कोटिर्वृत्ते परिभ्रमति।

चन्द्रोऽपि पृथिव्या विषुवरेखां निजकक्षातलं प्रति आकर्षति। सूर्यचन्द्रजनिताकर्षणं सूर्यचन्द्रविषयकायनं कथ्यते। एवमेव ग्रहविषयकायनमपि वर्तते। सर्वेषामयनानां समूहेन जनिता गति पृथिव्या अयनगति कथ्यते।

२६३ अयनगते परिणाम।

मूलमेषसम्पात प्रातिवर्षिकमेषसम्पातयोरन्तरं वर्तते। सर्वप्रथमं मेषसम्पातोऽश्विनी नक्षत्रेऽदृश्यत, परन्तु गणनाप्रारम्भाद् द्वितीये वर्षेऽश्विनीनक्षत्रात् ५०″.२५६४ मितपश्चिममतिष्ठत्, तृतीयवर्षे १′४०″५१२८ मितं पश्चिमम्, एवमधुना मेषसम्पातस्य अश्विनीनक्षत्रादन्तरं २३°६ मितमस्ति। इदमन्तरं भारतीयज्यौतिषशास्त्रे 'अयनांश' कथ्यते।

भारतीयज्योतिर्गणिते ग्रहाणां सूर्यचन्द्रयोश्च गणना मूलमेषसम्पातात् क्रियते। अर्थाद् स्माकं गणनाया ग्रहाणां भोगादीनां निरयनांशा दीयन्ते। पाश्चात्यज्योतिर्गणिते तेषां गणना दृश्यमानमेषसम्पातात् क्रियते। अत एव तेषां गणनया ग्रहाणां भोगादीनां सायनांशा दीयन्ते। एतं पाश्चात्यगणनागतभोगांशादिभ्योऽयनांशान् व्यवकल्य भारतीयगणनानुसारं भोगांशादयो लभ्यन्ते।

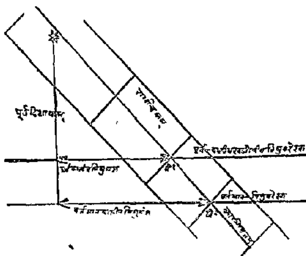
अयनगतेर्निम्नलिखितपरिवर्तनानि भवन्ति—

(१) राशिनाम नक्षत्रमण्डलनाम्नोर्भेदो दृश्यते। पुरा गणनारम्भे मेषराशि मेषनक्षत्रमण्डलयो किमप्यन्तरं नासीत्, एवमेव वृषराशि वृषनक्षत्रमण्डलयो, मिथुनराशि मिथुननक्षत्रमण्डलयो। अधुना अन्तरं वर्तते। अद्यतनीयमेषराशिर्मेषनक्षत्रपुञ्जे न वर्तते, स मीननक्षत्रमण्डलसमीपे दृश्यते।

(२) ऋतवः शनैः शनैः परिवर्तन्ते। ऋतुविषयकवर्षस्यारम्भो दृश्यमानमेषसम्पाताद् भवति। अस्य मानञ्च नाक्षत्रवर्षकालादल्पम्, (यतो मेषसम्पातः स्वयं वक्रगत्या सूर्यं प्रति ५०″ २५६४ मितान्तरमागच्छति)। इदमन्तरं २०′ २४″ मितनाडिविमितम्। ७२ वर्षेषु दिनैकमितमन्तरं भवति, ७२० वर्षेषु १० दिनानामन्तरं भवति। अनेनैव कारणेन वसन्तोत्सवादयः शीतकालेऽधुना दृश्यन्ते।

(३) शनैः शनैर्नूतननक्षत्रमण्डलानि दृष्टिगोचरतां यान्ति। अयनगतेर्नक्षत्राणां क्रान्त्यंशा अपि परिवर्तन्ते। अत एव नूतननक्षत्रमण्डलानि दृष्टिपथमवतरन्ति। अधुना ३० मिताक्षांशवर्तिदेशेषु ध्रुवस्योन्नतांशा ३० मिता सन्ति, तत्र च–६०° मितक्रान्त्यवधिवर्तिनक्षत्राणि दृश्यन्ते, परन्तु १२,००० वर्षानन्तरं यदा उत्तरध्रुवोऽभिजित् समीपे वर्तिष्यते, तस्मादेव स्थानादाधुनिकदक्षिणध्रुवोऽपि दृश्यते।

(४) प्रतिवर्षं मेषसम्पातः ५०″.२५६४ मितं पश्चिमं गच्छति । तदनुसारं मेषसम्पात विषुवांशेषु ४६.१० विकलामितं प्रतिवर्षमन्तरं दृश्यते, क्रान्त्यंशेषु च २०.०४ विकलामितमन्तरं



दृश्यते । यतो नक्षत्राणां मेषसम्पातमूलकनियामका दीयन्ते, अत एव नक्षत्राणां नियामकसूची विशेषकालार्थेन निर्मीयते । कालान्तरे तेषां नियामकानां प्रातिर्यथोचितवार्षिकपरिवर्तनानि संस्कृत्य भवति ।

२.६४ अक्षविचलनम्

पूर्वानुच्छेदेषु व्याख्यात अयनगत्या खगोल उत्तरध्रुवस्थानं विक्षिप्तपरिवर्तनं लभते । उत्तरध्रुवस्थानं कदम्बस्थानात् २३½° मितज्यया लिख्यते वृत्ते २५,८०० वर्षैः परिभ्रमणमेकं करोति । परन्तु 'ब्रेडले'महोदयेन दृष्टं यद् नक्षत्राणां यथार्थक्रान्त्यंशप्राप्तये केवलमयनसंस्कार-



अक्षविचलनम्

मार्गच्युतिसंस्कार वर्तनसंस्कारा न समर्थाः । तेन सततनिरीक्षणैर्दृष्टं यद् ध्रुवस्थानमयनवृत्ते (कदम्बस्थानं केन्द्रं कृत्वा २३½° मितज्यया लिखिते वृत्ते) तरङ्गवद् गच्छति, अर्थात् तेन

स्थितो मार्गो दन्तुरितवृत्ताद् दृश्यते (द्रष्टव्य ३६ पृष्ठचित्रम्) । अत्रोऽस्य तरङ्गस्यावृत्तिकालो १९ वर्षमित. । उत्तरध्रुवस्थानस्य अयनवृत्ताद् विचलनमिदमक्षविचलन कथ्यते ।

२.६५ मार्गच्युतिः (Aberration)

वर्षाकाले सामान्योऽनुभव सर्वेषां यद् यथा यथा वृष्टौ मार्गे गच्छन् छत्री जनः त्वरगति वर्धयते तथा तथा वृष्टिबिन्दव ऊर्ध्वांधरतो नागम्य किञ्चित् सम्मुखाद् आगच्छन्तो दृश्यन्ते, तथा तथा च स छत्र तिर्यक् करोति। (द्रष्टव्य चित्रम्)। यदि स छत्री जनोऽत्यधिकवेगेन धावति तर्हि वृष्टि बिन्दव. प्रायेण सम्मुखात् क्षैतिजा भूत्वा आगच्छन्त प्रतीयन्ते। ऊर्ध्वाधरपतनशीलबिन्दूनामिव तिर्यगागमनप्रतीतिर्मार्गच्युतिसिद्धान्तेन व्याख्यायते ।


वर्षाकाले वर्षापातस्य मार्गच्युति

पृथिव्यपि प्रतिसेकिण्ड १८½ मीलगत्या निजकक्षाया भ्रमति। अत एव नक्षत्राणां प्रकाशरश्मयो वृष्टिबिन्दुवत् तिर्यग् दूरदर्शनयन्त्रं प्रविशन्ति। अत एव वेधोपलब्धनक्षत्रस्थानानि यथार्थस्थानेभ्य किञ्चिद् भिन्नानि। मार्गच्युतिजनितमन्तरमिदं निरीक्षणेन २०.५ विकलाभि प्राप्तम्। इद मार्गच्युतिजनितान्तरं सर्वप्रथम १७२९ तमे खिस्ताब्दे 'ब्रेडले'महोदयेन दृष्टम्।

मार्गच्युतिजनितान्तरेण सूर्याद् दूरत्व निर्धार्यते (द्रष्टव्यम् § ५.१५)। अनेन सिद्धान्तेन भुव परिभ्रमणमपि प्रमाणीक्रियते। यतो विचलनमिदमपेक्षते—(१) पृथिव्या वेगम्, (२) प्रकाशगतिवेगम्, (३) नक्षत्रस्य स्थितिञ्च। यदि पृथिवी अचलाऽभविष्यत् तर्हि प्रकाशमार्गच्युतिरभविष्यत्। यदि पृथिवी समगत्या परिभ्रमणमकरिष्यत् तर्हि नक्षत्राणां मार्गच्युतिः सदैव समा, अत एवानिरीक्ष्याऽभविष्यत्। यदि पृथिवी असमगत्या परिभ्रमणं कुर्यात् तर्हि नक्षत्रप्रकाशस्य मार्गच्युतिर्निरीक्ष्या भवेत्। इदमेवास्ति, अत एव पृथिवी असमगत्या सूर्यं परितो भ्रमति।

२.७ पृथिव्या आयुः

पृथिव्या आयुषो यथार्थमाननिर्धारणेऽद्यापि ज्योतिर्विदो विवादग्रस्ता एव। 'हेमहोल्ज'-महोदयेन पृथिव्या आयु 'पूर्वं २,५०,००,००० वर्षेभ्यो न्यूनमिति निर्णीतम्, परं भूगर्भशास्त्रिणो

---

१ (वर्षाणि निश्चितम्। पृथिवी सूर्यतनयैव, अत एव तस्या आयु २,१०,००,०००) ।

मतेन पृथिव्या आयु २,५०,००,००० वर्षेभ्योऽप्यधिकमस्ति । भूगर्भशास्त्रिणामायुर्निर्णय
नयो विषय ।

(१) स्तरोच्छ्रयविधि

पृथिव्या शिलाना नानास्तरा सन्ति । भूगर्भशास्त्रिणो भूखनन विधाय स्तराणा गणन
कृत्वा पृथिव्या आयुषो निर्णय कुर्वन्ति । एकस्मिन् वर्षे नदीनदादय एतावन्मात्रया कल्यनि
कुर्वन्ति, एतावन्मात्रस्कन्निक्षेप कियत्सु वर्षेषु कृत इति त्रैराशिकेन विधिना गणना क्रियते ।

(२) समुद्रलावण्यमात्राविधि

समुद्रेऽधुना ३५ प्रतिशत लवण वर्तते । भूगर्भशास्त्रिण प्रतिवर्षं कियत्या मात्र
सरित्प्रवाहनिक्षिप्तलवण समुद्रमागच्छतीति गणयित्वा त्रैराशिकेन समुद्रस्य आयुर्गणयन्ति
समुद्र पृथिव्या समकालीनोऽस्ति, अत एव पृथिव्या आयुरपि गणित भवति ।

(३) रेडियो एक्टीविटी विधि

स्तरोच्छ्रयविधौ लावण्यमात्राविधौ च दोष एको महान् । न वर्तते किमपि प्रमा
यत् पुरातनकालेऽप्यनेनैवानुपातेन (अनयैव मात्रया वा) स्तरवृद्धिर्लावण्यवृद्धिर्वा आसीत्
पर विज्ञानविद्भि खिस्ताब्दे १९२७ तमे एको दोषहीनो विधि प्राप्त । यूरेनियमधातु श
शने 'सीस'धातुर्भवति । इयञ्च परिणति स्थिरवेगेन भवति । रेडियो एक्टीविटी सिद्धान्ते
सर्वप्रथम परमाणूनामस्थिरत्व प्रतिपादितम् । परमाणव शनै शनैस्त्रिविधानदृश्यकिरणा
निकीर्णयन्ति । एतेऽदृश्यकिरणा α किरणा, β किरणा, γ किरणा इति नाम
प्रसिद्धा । अनेन सिद्धान्तेन 'यूरेनियम' धातु (यस्य परमाणुभार २३८), थोरियमधा
(यस्य परमाणुभार २३२) वा शनै शनैर्गुरुत्व विहाय सीसत्व (सीसस्य परमाणुभा
२०७) धारयति । अत्र परिवर्तनवेग प्रयोगशालाया सदैव सम एव दृश्यते । १% परिवर्त
७,६०,००,००० वर्षेषु भवति । भूगर्भशास्त्रिण शिलाया वर्तमान यूरेनियममिश्रित सीस
रेडियो एक्टिविटीविषयकविश्लेषण विधाय शिलानामायुर्गणयन्ति । प्राचीनतमशिलाया आ
१,८५,००,००,००० वर्षाण्यस्ति । अत एव पृथिव्या आयु १,८५,००,००,००० वर्षेभ्यो
धिकम्, पर कदाचित् ३,००,००,००,००० वर्षेभ्यो न्यूनमस्ति ।[1]

२८ कालविभाग

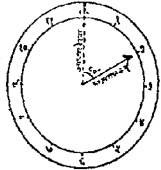
संसारे सर्वकार्येषु यथार्थकालस्यापेक्षा वर्तते, विशेषतस्तु यन्त्रप्रधानाधुनिकसंसारे
कालगणना कालनिश्चयो वा ज्यौतिषशास्त्रस्य प्रथम प्रयोजनमासीत्, अस्ति च
(द्रष्टव्य §) । कालनिर्णये देशविस्तारस्य अपेक्षा दृश्यते । साधारणघटिकाया द्वे सूचि

---

1. जेम्सजीन्स महोदयस्य मतेन पृथिव्या आयु २,००,००,००,००० वर्षमितमस्ति
सर्वप्रथम प्राणिनामुत्पत्ति ३०,००,००,००० वर्षेभ्य पूर्वमभवत्, मानवोत्पत्ति
केवलं ३,००,००० वर्षेभ्य पूर्वम् ।

देशविस्तारे परिभ्रमस्थावेन कालं सूचयतः। पुरा शङ्कुच्छाया समयं प्राकथयत्, परन्तु साऽपि देशविस्तारे पर्यभ्रमत्।

सामान्यघटिकायन्त्रे सूचिकाद्वयं वर्तते। लघुसूचिका होरां वर्णयति, महासूचिका च होरायाः षष्ट्यंशान् (मिनटाख्यान्) प्रदर्शयति। वैज्ञानिकदृष्ट्या महती सूचिका व्यर्था, यतो लघुसूचिका एकला एव होरां सूचयितुमलम्। महती सूचिका केवल होरांशान् सुस्पष्टतया व्यक्तानेव करोति। अत एव समयप्रदर्शनप्रक्रिया लघुसूचिकाया एव द्रष्टव्यात्र। लघुसूचिकायाः १२ अङ्काङ्कितस्थानप्रोताया ऊर्ध्वाधररेखाया कोणीयमानमेव समय प्रदर्शयति। अतो विश्लेषणेन ज्ञायते यत् समयमापने द्वयोर्वस्तुनो रपेक्षा—



घटिका

(१) एका स्थिरा रेखा वर्तते यस्याः कोणीयदूरत्व मीयते। रेखेयं प्रमाणरेखा कथ्यते। सामान्यघटिकायामियं द्वादशाङ्काङ्कितस्थान सूचिकाकेन्द्र प्रोतरेखा प्रमाणरेखा।

(२) एकं गतिशीलं वस्तु वर्तते, यस्य प्रमाणरेखायाः कोणीयान्तरं मीयते। इदं कालगणकमुच्यते। घटिकायन्त्रे इद लघ्वी सूचिका।

खगोलस्य समयमापकत्वम्

ज्योतिर्विदां खगोल एव सर्वथा शुद्धं समयमापकयन्त्रम्। खगोलसमयमापकयन्त्रे निजा याम्योत्तररेखा प्रमाणरेखा, खगोलीयबिन्दुविशेषश्च समयगणकः। याम्योत्तररेखाया समयगणकस्य कोणीयमानमेव समयः। यथा—याम्योत्तरं यदा उत्तरदिशि समयगणकमुल्लङ्घयति तदा मध्याह्नकालः, यदा दक्षिणदिशि उल्लङ्घयति तदा निशीथकालः, अदश्च आनुक्रमिकोल्लङ्घनद्वयमध्यवर्तिकालावपि।

साधारणतया त्रीणि समयगणकानि उपयुज्यन्ते—

समयगणकानि	कालनामानि	अहनि होराणां संख्या
		हो मि से
(१) मेषसम्पातः	नाक्षत्रकालः	नाक्षत्रदिनम् = २३ ५६ ०४.०९०५४
(२) स्पष्टः सूर्यः	स्पष्टहोराकालः	प्रतिदिन भिन्ना भिन्ना
		हो मि से
(३) मध्यमः सूर्यः	मध्यमहोराकालः (लोकव्यवहारकालः)	दिनम् = २४– ०–०

२.८१ नाक्षत्रकालः

नाक्षत्रकालो मेषसम्पातस्य स्थानीयहोराकोणोऽस्मि, अर्थात् मेषसम्पातस्य याम्योत्तर

वृत्तोल्लङ्घनमूलाद् मेषसम्पातजनितो होरात्मककोण । नाक्षत्रकालस्य प्रारम्भो मेषसम्पातस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालाद् गण्यते ।

कालोऽयमत्यन्तमुपयोगी ज्योतिर्विद्भ्यो यतोऽयं नक्षत्रसम्बन्धी काल । नक्षत्राणामुदय काले याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालेऽस्तकालश्च नाक्षत्रकालमानेन एकस्मिन् प्रदेशे (स्थानविशेषे) सर्वदा सर्वथा एक एव । लोकव्यवहारकाले नैवमुपयोगिता यतो यदि किञ्चिद् नक्षत्रमद्य रात्रौ

　　　　　　　　　हो मि से

दशहोरासमुदेति, श्व तत् ९ ५६ ४-समये उदेष्यति । एवमेव यदि किमपि नक्षत्र जनवरी मासस्य प्रथमदिनाङ्के ११ होराया याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयति, तदेव फरवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के प्राय ८ होराया याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घन करिष्यति ।

अत एव समस्तज्यौतिषकार्येषु नाक्षत्रकालमानेन कालो निश्चीयते, वेधशालासु च नाक्षत्रकालसूचकघटिका अवश्य दृश्यते । पाश्चात्यपञ्चाङ्गेषु च प्रतिदिन लौकिकव्यावहारिक मध्याह्नस्य नाक्षत्रकालमानेन कालो दीयते ।

२०८११ नाक्षत्रकालानयनम्

नाक्षत्रकालस्य आनयन सदा वेधेनैव भवति । कस्यचिन्नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घन कालिक-विषुवांश एव होरात्मकमानेन तस्य नक्षत्रस्य नाक्षत्रकाल उच्यते । यदि विषुवांशा

　　　　हो मि से　　　　　　　　　　　　　　　　　　　हो मि से

होरात्मकमानेन १० १० १५ २ मिता सन्ति तर्हि नक्षत्रस्य नाक्षत्रकाल १० १० १५ २ मितोऽस्ति । याम्योत्तरवृत्तस्य इष्टनक्षत्रेण उल्लङ्घनकालो वेधशालासु 'याम्योत्तरयन्त्रेण', 'फोटो ग्राफिक जेनिथ ट्यूब यन्त्रेण' वा निश्चीयते (अनयोर्यन्त्रयोर्वर्णन ६ ९३ तमे द्रष्टव्यम्) । नाक्षत्रकालघटिकापि याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनेन संशुध्यति । यथा उपर्युक्तनक्षत्रस्य याम्योत्तरोल्लङ्घन

　　　　　　　　　　　　　　　　हो मि से

काले यदि वेधशालास्थघटिकायन्त्रे १० १० १६ ४ मित काल दृश्यते तर्हि नाक्षत्रकालघटिका १ २ सैकिण्डमित इतस्ततेति निश्चीयते ।

सितम्बरमासस्य २१ तमे दिनाङ्के नाक्षत्रकालेन समो लोकव्यवहारकाल । पश्चाद् लोकव्यवहारकाल प्राय ४ मैकिण्ड प्रतिदिनमग्र चलति । मध्याह्नस्य नाक्षत्रकाल पाश्चात्य पञ्चाङ्गेषु लिखितो विद्यते ।

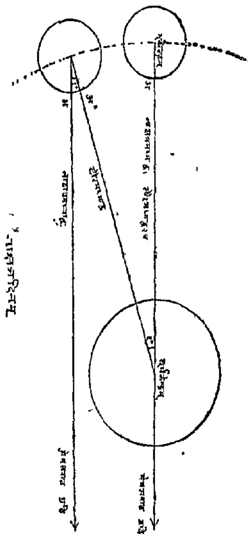
२०८१२ नाक्षत्रदिनम्

नाक्षत्रदिनस्य समयगणको मेषसम्पात, नाक्षत्रदिनञ्च मेषसम्पातात्प्रमितोल्लङ्घनद्वयमध्य वर्तिकालावधि । परन्तु इदमहो मध्यमसौराहात् किञ्चिदल्पमर्थाद् यत्रैव मेषसम्पातो याम्योत्तरवृत्त मध्यमसौरमध्याह्ने उल्लङ्घयति तर्हि श्व स याम्योत्तरवृत्त मध्यमसौरमध्याह्नात् किञ्चित् पूर्वमुल्लङ्घ यिष्यति । इदञ्च वेधेन निर्णीयते । भिन्नतेय मुख्य रूपे भवति पश्चिमगत्या । ४१ प्रष्ठस्थे चित्रे इद स्पष्टीकृतमस्माभि ।

---

१ स्थूलगणनार्थे रेडियोसङ्केतरेव घटिका संशुध्यति । रेडियोसङ्केता मध्याह्ने १॥ यद्वा रेलाया रात्रौ ६॥ होरायाञ्च दीयन्ते ।

चित्रे अ—स्थानाय अत्र नाक्षत्रमध्याह्न. सौरमध्याह्नसम, अर्थात् सूर्यं प्रति रेखा, मेषसम्पात प्रति रेखा एकैव। ततो भुव. सूर्यं परितो भ्रमणशीलत्वात्, कोणीयगतेश्च प्रतिदिनमे



कांशमितत्वाद् अर्द्धैकमितकोणीयान्तरे भविष्यति, अर्थात् सूर्यं प्रति कल्पिता रेखा मेषसम्पात-प्रोतरेखाया अर्द्धैकमितकोणीयान्तरे भविष्यति (द्वे मेषसम्पातप्रोतरेखे समानान्तरे एव,

मेषसम्पातबिन्दोः सुदूरवर्तित्वात्)। अत एव अस्मिन् स्थाने सौरमध्याह्नः नाक्षत्रमध्याह्नात् पश्चाद् लभ्यते। अर्थात् नाक्षत्रमध्याह्नः सौरमध्याह्नात् पूर्वं भवति।

यतः पृथिवी अंशैकेन स्वाक्षभ्रमणे प्रायः $\frac{२४ \times ६०}{३६०}$ = ४ मिनटकालेन गच्छति, अत एव नाक्षत्रदिनं सौरदिनात् ४ मिनटमितमल्पम्। नाक्षत्रमध्याह्नश्च सौरमध्याह्नात् ४ मिनट मितकालेन पूर्वं भवति।

एवम्—

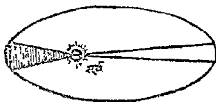
होः मि
नाक्षत्रदिनमानम् = २३ ५६ ०.४ ०९०५४ मध्यमसौरमानेन।
होः मि
मध्यमसौरदिनमानम् = २४ ३ ५६.५५५३६ नाक्षत्रमानेन।

२.८.२ स्पष्टसौरकाल

नाक्षत्रकालो वेधकार्येषु महत्त्वपूर्णः, परन्तु व्यवहारे स नोपयोगी; यतो नाक्षत्रकालः प्रत्यहं दिनमानात् प्रायः ४ सेकिण्डमितकालेन विलम्बते (२३ दिनाङ्के मार्चस्य नाक्षत्रमध्याह्नो निशीथे दृश्यते)। अत एव व्यवहारे सौरकाल एव प्रचलितः। अस्माकं सर्वाणि कर्माणि सूर्यप्रकाशे भवन्ति, सूर्य एव सविता, अत एव सौरकालस्य प्रचलनं स्वाभाविकमेव।

परन्तु वर्तते एका बाधा स्पष्टसौरगणनायाम्। स्पष्टसूर्यस्य गतिर्न समा। सा कदाचिद् मान्द्यं भजते, कदाचिच्च शैघ्र्यं भजते। अनेन गतिभेदेन ३० सेकिण्डमितं दिनमानेऽन्तरं लभ्यते। गतिभेदस्य कारणान्यधो दीयन्ते—

(१) 'केप्लर'महोदयस्य प्रथमसिद्धान्तेन भूकक्षा दीर्घवृत्ताकारा। द्वितीयसिद्धान्तेन भूः (भुवः कर्णः) समकाले कक्षायाः समक्षेत्रफलमाक्रामति। अत एव नीचसमीपवर्तिभूर्दशदिनैर्यावन्मात्रकं परिभ्रमणमार्गस्य भागं गच्छति, तावन्मात्रकं परिक्रमणमार्गभागं तैरेव दिनैर्न गच्छति। एतत्स्वरूपं भुवो गतिर्नीचे शैघ्र्यं भजते, उच्चैश्च मान्द्यम्। पुनश्च यतः सूर्यो भूगतिहेतोरेव भ्रमणं कुर्वन् दृश्यते, अत एव सूर्यस्य गतिरसमा। अस्माद् हेतोर्जनितं दिनमानान्तरं

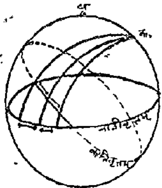


कक्षायां भूपरिभ्रमणम्

प्रतिवर्षं द्विवारं (३१ दिसम्बरे, १ जुलाई मासे च) शून्यमितं भवति, मार्चमासे मितभागे भेदः सप्तमिनटमितम्।

(२) यदि सूर्यस्य दैनिकी गतिः समापि भवेत् तदापि स्पष्टसौरदिनमानमसमं स्यात्,

यतः सूर्यः क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, क्रान्तिवृत्तञ्च नाडीवृत्ताद् भिन्नम्, तयोः कोणीयान्तरञ्च २३° ३०′ मितम्। अत एव नाडीवृत्ते क्रान्तिवृत्तस्य समभागानामपि छेदका असमा भवन्ति, अर्थात् सूर्यस्य समगतिचलितक्रान्तिवृत्तीयसमभागा अपि नाडीवृत्ते असमभागान् रचयिष्यन्ति। दिनमानञ्च नाडीवृत्ताद् गण्यते, अत एव समगत्या चलन्नपि स्पष्टसूर्योऽसमदिनमानं कल्पयिष्यति। पार्श्वचित्रेणेदं स्पष्टी-भविष्यति। अस्माद् हेतोर्जनितं दिनमानान्तरं चतुर्वारं वर्षे शून्यं भवति (२२ दिनाङ्के मार्चस्य, २२ दिनाङ्के जूनस्य, २३ दिनाङ्के सितम्बरस्य, २२ दिनाङ्के दिसम्बरस्य)। अधिकाधिकमानञ्च दशमिनटमितम्।



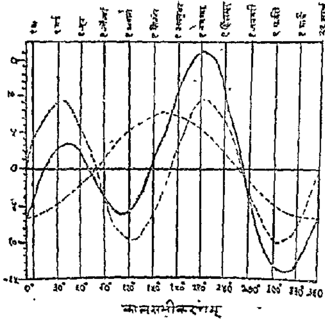
प्राणकलान्तरम्

(३) उपर्युक्तयोर्हेत्वोः सम्मेलनेन कालसमीकरणमधिगम्यते। कालसमीकरणं प्रथमान्तर द्वितीयान्तर-योगेन भवति। (विशेषेण द्रष्टव्यः § २.८३)।

२.८२ मध्यमसौरकालः

कालोऽयं लोकव्यवहारकालः। अस्य कल्पनं स्पष्टसौरदिनमानस्य भिन्नत्वात् कृतम्। अत्र एकः काल्पनिकः सूर्यः कल्प्यते, यो नाडीवृत्ते समगत्या भ्रमति, यस्य भगणकालश्च वास्तविकसूर्यभगणकालसमः। मध्यमसौरदिनं मध्यमसूर्यानुक मिकोल्लङ्घनद्वयमध्यगतिकालावधि। इदं २४–होरात्मकम्।

कालसमीकरणम्



कालसमीकरणम्

मध्यमसौरकाल स्पष्टसौरकालयोरन्तरं कालसमीकरणं कथ्यते। कालसमीकरणम् ऋणं यदि मध्यमसौरकालः स्पष्टसौरकालादधिकः, धनं यदि मध्यमसौरकालः स्पष्टसौरकालान्न्यून। अर्थात्—

स्पष्टसौरकालः—मध्यमसौरकालः = कालसमीकरणस्य मानम्। यतो मध्यमसौरकालः सामान्यघटिकायन्त्रेण मीयते, स्पष्टसौरकालः शङ्कुना ज्ञायते। अतः—

शङ्कुदत्तकालः—सामान्यघटिकागतकालः = कालसमीकरणमानम्।

२.८३१ पूर्वाह्णकालावधिरपराह्णकालावधिश्च

पूर्वाह्णकालावधिः (सूर्योदयाद् मध्याह्नपर्यन्त कालः) अपराह्णकालावधिः (मध्याह्नात् सूर्यास्तपर्यन्त कालः) सर्वथा न सममितः, अर्थाद् मध्याह्नो न सूर्योदय सूर्यास्त मध्यकालः। तयोर्विभिन्नता कालसमीकरणमानापेक्षिणी। अपराह्णकालात् पूर्वाह्णकालस्यान्तर द्विगुणितकालसमीकरण मानम्। अर्थात्—

पूर्वाह्णकालः—अपराह्णकालः = २ × कालसमीकरणमानम्, अथवा पूर्वाह्णकालः = अपराह्णकाल. + २ कालसमीकरणमानम्। अत एव पूर्वाह्णकालावधिस्तावद् अपराह्णकालावधेर्महान्, यावत् कालसमीकरण धनात्मक विद्यते।

यदि दिनमान विदितमस्ति तर्हि सूर्योदयः सूर्यास्तकालश्च एव ज्ञायेते—

$$\text{सूर्योदयकाल.} = १२^{\text{हो}} - \frac{\text{दिनमान} + २\ \text{कालसमीकरणमानम्}}{२}$$

$$\text{सूर्यास्तकालः} = १२^{\text{हो}} - \frac{\text{दिनमान} - २\ \text{कालसमीकरणमानम्}}{२}$$

२.८३२ कालसमीकरणफलम्

मकरसंक्रान्तिदिवसे दिनमानं लघुतम रात्रिमानञ्च दीर्घतमम्। तदपरेद्युर्दिनमान पूर्व दिवसदिनमानात् किञ्चिद् दीर्घतरम्। यदि अपरेद्युर्दिनमान पूर्वदिवसदिनमानात् २ सेकिण्ड मितदीर्घतर तर्हि पूर्वाह्णकाले अपराह्णकाले उभयोरपि सेकिण्डैकमितदीर्घतरत्वं भविष्यतीति सामान्यधारणा जनानाम्। परन्तु न तत्तथा। अपराह्णकालस्तु शनैः शनैर्दीर्घतरता भजते, पूर्वाह्णकालः पूर्वसमोऽथवा पूर्वाल्पतरः। घटनावैचित्र्यमिद कालसमीकरणादेव। मकरसङ्क्रान्तिसमीपे सूर्यस्य गतिः कतिपयदिवसानि समैव, तस्मात् स्पष्टापराह्णकालाः सममिताः; परन्तु कालसमीकरणं शनैः शनैर्वर्धते। अत एव मध्यममध्याह्नः प्रतिदिन स्पष्टमध्याह्नात् पूर्वं पूर्वतरं याति, अर्थात् सूर्यास्तस्य मध्यमसौरकालो वर्धते प्रत्यहम्, अर्थादपराह्णकालो दीर्घतरता भजते।

२.८४ स्थानीयकालः

पृथिवी स्वाक्ष परितः पश्चिमतः पूर्वदिशं भ्रमति, अत एव पूर्वदिग्वर्तिदेशेषु सूर्योदय पूर्वं भवति सूर्यास्त पूर्वं भवति, सूर्यस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनमपि पूर्वं भवति। एवं स्थानीयमध्याह्न

कालस्य समये पूर्वभूतत्वात् तत्स्थानीयकालः पश्चिमदिग्वर्तिदेशीयकालापेक्षया अग्रे भवति ।[1] इदं समस्तं देशान्तराधीनम् । यतः ३६०° अंशमितं भचक्रं पृथिवी ६० घटिकासु भ्रमति, अत एव अंशैकमितदेशान्तरे सति समयान्तरं $\frac{६० \times ६०}{३६०} = १०'$ पलमितं (४ मिनटमितं) दृश्यते ।

स्थानीयकालानयनपद्धतिः

देशान्तरांशयोरन्तरं यथार्थं क्रियते । इदं क्रमानेन लिख्यते । पुनः प्रथमस्थानस्य काले इदं संयोज्य (यदि द्वितीयस्थानं पूर्ववर्ति) विशोध्य (यदि द्वितीयस्थानं पश्चिमवर्ति) वा द्वितीयस्थानस्य स्थानीयकालो ज्ञायते ।

यदि प्रत्येकनगरस्य वासिनः स्वस्थानीयकालेनैव व्यवहारं प्रारभेरन् तर्हि अव्यवस्था स्यात् । अतः किञ्चित्स्थानं निश्चीयते यतो रेखांशानां प्रवृत्तिर्भवति । पाश्चात्यज्यौतिषशास्त्रे 'ग्रिनिच'नाम नगरं खिस्ताब्द १८८४ पश्चात् प्रमाणनगरम् । तत एव रेखांशानां प्रवृत्तिः प्रारभ्यते । प्राचीनभारतीयसिद्धान्तग्रन्थेषु गौरवमिदमुज्जयिनी नामकनगरस्य ।

पाश्चात्यपञ्चाङ्गेषु 'ग्रिनिच'स्थानीयेन ग्रहाणां भोगांशादयो दीयन्ते । ततो निजस्थानस्य ग्रहस्थानानि लभ्यन्ते । 'ग्रिनिच'कालापेक्षया स्थानीयकालो यद्यधिकस्तर्हि रेखान्तरं पूर्ववर्ति, अन्यथा पश्चिमवर्ति ।

२.८५ प्रामाणिककालः

पूर्वानुच्छेदे वर्णितं यद् यदि प्रत्येकनगरस्य वासिनः स्वस्थानीयकालेनैव व्यवहारं प्रारभेरन् तर्हि अव्यवस्था स्यात् । इमामव्यवस्थां परिहर्तुं प्रायेण एकस्मिन् राज्ये एक एव कालः प्रवर्तते, स तस्य राज्यस्य राष्ट्रस्य वा प्रामाणिकः कालः प्रोच्यते । भारतवर्षे सर्वकार्याणि भारतीयप्रामाणिककालेन कुर्वन्ति जनाः, चीनवासिनः सर्वकर्माणि चीनीयप्रामाणिककालेन विदधति, एवमेव सर्वे नैजदेशस्य प्रामाणिककालेन कर्माणि कुर्वन्ति । भारतीयप्रामाणिककालो 'ग्रिनिच'कालात् ५½ होरामितेन अग्रेचरः, अर्थाद् यदा ग्रिनिचनगरे रात्रेः द्विवादनवेला भवति, अत्र ७½ होरावादनवेला भवति ।

२.८६ अन्ताराष्ट्रियदिनाङ्करेखा

ग्रिनिचनगरात् १८० अंशमितदेशान्तरे अद्भुता स्थितिर्विद्यते । तस्मात् स्थानात्

---

१. कल्प्यते यद् सूर्योदयः ६ होरावादने भवति । एकस्मिन्नेव अक्षांशे स्तः द्वे क ख-स्थाने । क-स्थाने वयं स्थिताः, ख-स्थानं च पूर्वदिग्वर्ति । ख-स्थाने यदा सूर्योदयो भवति तदा तस्य ख स्य स्थानीयकालः ६-होरावादनकालः, परन्त्वस्माकं सूर्योदयः पश्चाद् भविष्यति, अस्माकं ६-होरावादनकालोऽपि पश्चाद् भविष्यति । अर्थाद् यदा तत्र ख-स्थाने ६-होरावादनकालः, अत्र ६-होरावादनपूर्वकालः । अतः ख-स्थानीयकालः क-स्थानीयकालाद् अग्रेचरः ।

किञ्चित् पूर्ववर्तिस्थानस्य कालो ग्रिनिचकालात् प्रायः १२ होरामितमग्रे तिष्ठति, किञ्चित् पश्चवर्ति-स्थानस्य कालो ग्रिनिचकालात् प्रायः १२ होरामितं पश्चात्तिष्ठति। एवं स्वल्पान्तरवर्तिस्थानयोः कालयोः प्रायेण २४ होराणामन्तरं दृश्यते, अर्थाद् दिवसैकस्य अविच्छिन्नत्वञ्च वर्तते। अत एव दोषममुं परिहर्तुमत्र अन्ताराष्ट्रियतिथिरेखा कल्प्यते, यत्र सर्वे नाविका दिनाङ्कपरिवर्तनं कुर्वन्ति[1]।

विशेषद्रष्टव्यानि

§ २.१ पृथिव्या आकारः

पृथिवी गोलाकारेत्यतिप्राचीनं मतम्। ऋग्वेदसंहितायामिद तत्प्रमाणं व्याख्या-तम्। यथा—

> चक्राणासः परीणाहं पृथिव्या हिरण्येन मणिना शुम्भमाना।
> न हिन्वानासस्तितिरुस्त इन्द्रं परि स्पशो अदधात् सूर्येण ॥
>
> (ऋ-सं० १-३३-८)

§ २.१ भागः 'आ'वत्तत्रापि सूर्योदयस्य असमकालत्वात् पृथिव्याः समतलत्वं निराकृत मस्ति। यथा—

> आ प्रा रजांसि दिव्यानि पार्थिवा श्लोकं देवः कृणुते स्वाय धर्मणे।
> प्र बाहू अस्राक् सविता सवीमनि निवेशयन् प्रसुवन्नक्तुभिर्जगत् ॥
>
> (ऋ-सं० ४-५३-३)

एवमेव गोपथब्राह्मणग्रन्थेऽपि (१.१०) नैकानि वाक्यानि दृश्यन्ते।

पश्चात् सर्वैरेव ज्योतिर्विद्भिर्गोलाकारत्वं प्रमाणपुरस्सरं निजग्रन्थेषु प्रदर्शितम्। 'भूगोल' इति शब्द एव भुवो गोलत्वं प्रकटयति। भास्कराचार्येण भूवर्तुलाकारा (वृत्तो वृत्तः) कथिता—

> भूमेः पिण्डः शशाङ्कज्ञकविरविकुजेज्यार्किनक्षत्रकक्षा
> वृत्तैर्वृत्तो वृतः सन् मृदनिलसलिलव्योमतेजोमयोऽयम्।
> नान्याधारः स्वशक्त्यैव वियति नियतं तिष्ठतीहास्य पृष्ठे
> निष्ठं विश्वं च शश्वत् सदनुजमनुजादित्यदैत्यं समन्तात् ॥

श्रीपतिना मतान्तराणि प्रदर्श्य भूमेः स्वरूपं कदम्बपुष्पनिचयग्रन्थिसमं कथितम्—

> आदर्शोदरसन्निभा भगवती विश्वम्भरा कीर्तिता
> कैश्चित् कैश्चन कूर्मपृष्ठसदृशी कैश्चित् सरोजाकृतिः।

---

1. कल्प्यते द्वे क ख स्थाने अन्ताराष्ट्रियदिनाङ्करेखातिसमीपवर्ति क-स्थानं पूर्वदिशायाम्, ख-स्थानं पश्चिमदिशायाम्। यदि 'ग्रिनिच'नगरे सोमवासरस्य मध्याह्नस्तदा क-स्थाने सोमवारस्य अर्धरात्रिः, ख-स्थाने रविवारस्य अर्धरात्रिः।

अस्माकं तु कदम्बपुष्पनिचयग्रन्थैः समा सम्मता
सर्वत्रासुमता चयेन निचिता तोयस्थलस्थायिनाम् ॥

भूगोलस्य समतलता निराकुर्वन् वर्णयति स एव—

मुकुरतलसमा चेत् सर्वतो मेदिनीय
वनकगिरिरिय तद्दृष्टियोग्यो भवेन्नः ।
इदमपि खलु मिथ्याच्छादनात्तस्य शैलः
सकलकुलगिरिभ्यो' नूनमुच्चैः सुमेरुः ॥
किञ्च राक्षसपुरस्थितैर्नरै-
र्दृश्यते नियतमुन्नतो ध्रुवः ।
येन काञ्चनगिरीन्द्रमस्तका-
देष दूरमुपरि व्यवस्थितः ॥

प्राचीनज्योतिर्विदा § २.१. (३) वर्णिततथ्यस्य ज्ञानमासीत् (द्रष्टव्या विशेषटिप्पणी § तमा), परन्तु तैस्तत्थ्येन गोलाकारत्व न प्रमाणीकृतं कदाचित्, पृथिव्या गोलाकारत्वस्य सर्वसम्मतत्वात् ।

§ २.१२ पृथिव्या व्यासः

अधुना पृथिव्या व्यास. पृथिव्याः परिधिमानं प्रत्यक्षविधिना गणयित्वा निश्चीयते । इयमेव पद्धतिरस्माकमाचार्यैरुररीकृतासीत् । व्यास परिधि सम्बन्धस्तैरतिसूक्ष्मतया विदितः । यथा निम्न सारिण्या स्पष्टीभविष्यति । [परिधिः = व्यास × π — अत्र 'π' स्थिराङ्कस्य मानं दीयते]

सूर्यसिद्धान्तः ब्रह्मगुप्तः द्वितीय आर्यभटः	$\sqrt{१०}$	३·१६२२
प्रथम आर्यभटः	$\frac{६२८३२}{२००००}$	३·१४१६
भास्कराचार्य	$\frac{२२}{७}$ अथवा $\frac{३९२७}{१२५०}$	३·१४२८ स्थूलमानम् ३·१४१६ सूक्ष्ममानम्
अन्यसिद्धान्तेषु	$\frac{२१६००}{६८७६}$	३·१४१३६
आधुनिकगणितशास्त्रे		३·१४१५९२७

[अत्र भास्कराचार्यस्य सूक्ष्ममान पूर्णतया आधुनिकगणितशास्त्रसमम्]

भूपरिधिमानाय निम्नो विधिर्भास्कराचार्येण दत्तः—

पुरान्तर चेदिदमुत्तर स्यात् तदक्षविश्लेषलवैस्तदा किम् ।
चक्रांशकैरित्यनुपातयुक्त्या युक्त निरुक्त परिधेः प्रमाणम् ॥

निरक्षदेशः स्वदेशाद् यथा यथा दक्षिणतो भवति खस्वस्तिकाद्विषुवद्वृत्त नतम् । तयोरन्तरेऽक्षांशाः । ते च निरक्षदेशादपसारयोजनैरनुपातेनोत्पद्यन्ते । अतः यस्मिन्कस्मिंश्चित् पुरेऽ-

क्षांशान् ज्ञात्वा तस्मात् पुरादुत्तरतोऽन्यस्मिन् पुरे ज्ञेया । ततस्तेषामन्तरांशे पुरान्तरयोजनैश्चानुपात । यदि अन्तरांशे पुरान्तरयोजनानि लभ्यन्ते तदा चक्रांशे ३६० किमिति। फलं भूपरिधियोजनानि" इति [अयमेव विधिरधुनापि स्वीक्रियते, केवलं सूक्ष्मयन्त्रसाहाय्येन मानानयनेऽधिकं यथार्थत्वं लभ्यते]। अनेन विधिना लब्धं व्यासमानमधो दीयते—

पञ्चसिद्धान्तिकामतेन	१०१८ $\frac{६}{१०}$	योजनानि
आर्यभट्टलल्लमतेन	१०५०	„
सूर्यसिद्धान्तमतेन	१६००	„
सिद्धान्तशिरोमणौ भास्कराचार्यमतेन	१५८१ $\frac{१}{२४}$	„
महासिद्धान्तमतेन	२१०९	„
	(क्रोशार्धानि)	
पाश्चात्त्यार्वाचीनमतेन	७९२६.६८	विषुवद्वृत्तीयमानम्
	७८९९.८८	ध्रुवीयमानम्

योजनक्रोशार्ध(मील)सम्बन्धो निर्णीतो नास्ति, अत एव तुलना नात्र सुकरा।

§ २२ पृथिव्या अक्षभ्रमणम्

पृथिवी अचला एवेति प्रायः प्राचीनाचार्याणां मतम्। केवलमार्यभटाचार्यो भपञ्जरं सुस्थिरं पृथिवीञ्च चलाममन्यत । यथा नौकाधिरूढो जनोऽनुलोमगमनात् स्थिरान् तटवर्तिवृक्षादीन् विपरीतदिग्गामिन इव मन्यते, तथैव पृथिव्या भ्रमणेन सुदृढं भचक्रं लङ्कातः समानान्तरगतयोर्याम्योत्तरदिशोः समया गत्या भ्रमद् दृश्यते।

> अनुलोमगतिर्नौस्थः पश्यत्यचलं विलोमगं यद्वत्।
> अचलानि भानि तद्वत् समपश्चिमगानि लङ्कायाम् ॥ (गोलपादे)

परं हन्त! वराहमिहिरेण तत्परवर्तिभिर्ब्रह्मगुप्तलल्लश्रीपत्यादिभिः सर्वैर्ज्योतिर्विद्भिः खण्डितम्। यथा—

> भ्रमति भ्रमस्थितेव क्षितिरित्यपरे वदन्ति नोडुगणः।
> यद्येवं श्येनाद्या न खात् पुनः स्वनिलयमुपेयुः ॥
> अन्यच्च भवेद् भूमेरह्ना भ्रमरहस्य ध्वजादीनाम्।
> नित्यं पश्चात् प्रेरणमथाल्पगा स्यात् कथं भ्रमति ॥
> (वराहमिहिर)

> यत्र रमन्तश्चरा विहगाः स्वनीडमासादयन्ति न खलु भ्रमणेन धरायाः।
> क्षिप्तमुदा अपि न भूरिपयोमुचः स्युर्दिवस्य पूर्वगमनेन चिराय हन्त ॥
> भूगोलवेगजनितेन समीरणेन केत्वादयोऽप्यपरदिग्गतयः सदा स्युः।
> प्रासादभूधरशिरांसि च सम्पतेयुस्तस्माद् भ्रमत्युडुगणस्त्वचलाऽचलैव ॥

कदाचिदैवमिति शिनमासीद् यद् वायुमण्डलमपि भुवा सह भ्रमति।

---

१ 'भूमिरचलाऽनन्ता' इति कोशः।

§ २.३ पृथिव्याः परिक्रमणम्

पृथिवी सूर्यं परितो भ्रमतीति तथ्यस्य निरीक्षणं पुरा प्रायेणासम्भवमासीद् यत् सूर्य-परिक्रमणरतायाः पृथिव्या जनिता दृग्विपर्ययाः पृथिवीपरिक्रमणरतसूर्याद् जनितेभ्यो दृग्विपर्ययेभ्योऽभिन्ना एव।

§ २.४ ऋतवः

ऋतवो भारतीयगणनायां षट् (पञ्च वा) सन्ति। 'ऋतु'शब्द ऋग्वेदे विरलमेव दृश्यते, परन्तु शरद्हेमन्तादिशब्दाः पुष्कलमात्रया तत्र प्रयुक्ताः सन्ति। तथापि यजुर्वेदादिषु ऋतुशब्दः, ऋतूनां नामानि, ऋतुसंख्याविषयकचर्चाश्च पर्याप्तमात्रया विद्यन्ते। कदाचित् षट्संख्याकऋतवोऽधिकं प्रचलिता आसन्। तैत्तिरीयब्राह्मणे (२,७,१०)—

पञ्चशारदीयेन यजेत॥……'पञ्च वा ऋतवः संवत्सरः॥

ऐतरेयब्राह्मणे च—

द्वादशमासाः पञ्चर्तवो हेमन्तशिशिरयोः समासेन॥ (१.१)

एवंविधा उल्लेखाः सन्ति। संवत्सराय कल्पनया पक्षिरूपं दत्त्वा तैत्तिरीयब्राह्मणे (३.१०.४१) ऋतूनां वर्णनमतिसुन्दरमस्ति—

"तस्य ते (संवत्सरस्य) वसन्तः शिरः॥ ग्रीष्मो दक्षिणः पक्षः॥ वर्षाः पुच्छम्॥ शरदुत्तरः पक्षः॥ हेमन्तो मध्यम्॥" इति।

एवं वर्षारम्भो वसन्तादासीत्।

§ २४·२ ऋतूनां कारणम्

ऋतूनां कारणं सूर्य एवेति ऋग्वेदे नैकसूक्तेषु लभ्यते। अत्र निदर्शनरूपं निम्नं दीयते—

"पूर्वामनु प्रदिशं पार्थिवानामृतून् प्रशासद्विदधावनुष्ठु॥" (ऋ. सं. १.९५.३)।

§ २.५ वायुमण्डलम्

अस्माकं शास्त्रेषु सप्त वायुस्कन्धा उल्लिखिताः सन्ति। ते (१) आवहः (भूवायुः), (२) प्रवहः, (३) उद्वहः, (४) संवहः, (५) सुवहः, (६) परिवहः, (७) परावहश्च। उक्तञ्च श्रीपतिना—

स्यादावहः प्रवह उद्वहसंवहौ च स्यादिर्वहः परिवहश्च परावहश्च।
स्कन्धाः क्रमेण मरुतामिति सप्तसंख्या विश्वम्भरावहनमावहगाद्ररेके॥

एषु वायुषु प्रवहो भचक्रं भ्रामयति। आवहश्च भूवायुरस्माकमाधुनिकशब्दावल्यां वायुमण्डलम्। वायुमण्डलस्य उच्छ्रयो द्वादशयोजनानि (भास्कराचार्यस्य योजनं = ५ क्रोशार्धानि) अर्थात् ६० क्रोशार्धानि (तुलनीयमत्र आधुनिकमानम्)।

§ २.५४ इन्द्रधनुषस्य मूले वायुमण्डलमेवेति वराहसंहितायाः श्लोकैः स्पष्टीभविष्यति—

भूम्युपरिस्थैः रजोधूमैर्दिगन्तव्योम्नि संस्थितैः।
सूर्यार्चिःकिरणैर्भिन्नैराविष्यमवभासते॥
विरलाभ्रवं यस्तु यद् दृष्टेर्न्यग्रभायकम्।
तेनाभ्रमरणीभूतं दृश्यते शक्रचापवत्॥

सन्ध्यारागः स विज्ञेयो दिनादौ च दिनात्यये।
राकायां तु निशावस्त्रे तथैवेन्दुघनोत्तमे॥

§ २.६ अयनगतिः

विपुवत्क्रान्तिवृत्तयोः सम्पातस्य चलनं वर्तते इति कदाचिद् वैदिकार्याणामप्यनुभव आसीत्। याजुषज्यौतिषग्रन्थे तत्कालीनदक्षिणायनोत्तरायणयोः स्थाने दत्ते। सर्वप्रथमं वराहमिहिरेण बृहत्संहितायामुक्तमिदं तथ्यम्—

आश्लेषार्धाद्दक्षिणमुत्तरमयनं रवेर्धनिष्ठाद्यम्।
नूनं कदाचिदासीद्येनोक्तं पूर्वशास्त्रेषु॥
साम्प्रतमयनं सवितुः कर्कटकाद्यं मृगादितश्चान्यत्।
उक्ताभावो विकृतिः प्रत्यक्षपरीक्षणैर्व्यक्तिः॥

तत्परवर्तिज्योतिर्गणकैरप्यस्य सत्ता स्वीकृता।

सूर्यसिद्धान्तानुसारमयनांशाः २७ अंशान्तरेषु भ्रमन्ति। अर्थात् प्रथममयनांशाः पश्चिमं २७ अंशपर्यन्तं गच्छन्ति, ततः पूर्वे २७ अंशपर्यन्तम्। इयं दोलकवदयनांशानां गतिरधुना ज्यौतिषविज्ञानेन न स्वीक्रियते। आधुनिकानामिदं मतं यदयनचलनं चक्रवत् पूर्णचक्रेषु भ्रमति। मुञ्जालस्य (गोलाध्याये), कदाचिद् भास्कराचार्यस्य, गणेशदैवज्ञस्याप्येवं मतमासीत्। मुञ्जालादिभिर्वार्षिकगतिः ५९,९००७ विकलामिता गणिता। मानमिदं पाश्चात्यगणितागतमानादधिकं प्रतीयते, परन्तु नैवम्। वर्षमानं पुराणानां वर्तमानवर्षमानादधिकं गणितम्, अत एव अयनस्य वार्षिकी गतिरप्यधिका भूता। गणितेन सिद्ध्यते यद् यदि शुद्धवर्षमानं गृहीत्वा गणना क्रियते तर्हि मुञ्जालादिभिर्गणिता वार्षिकी गतिः ५०."०४१ मिता भवति। मानमिदं केवलं १.९६८ विकलाभ्यधिकम्।

३२.७ आयुः

भारतीयपञ्चाङ्गेषु प्रथमपृष्ठे एव पृथिव्या यदायुर्दत्तं भवति तदेव आधुनिकतमपाश्चात्यसिद्धान्तैरागच्छतीत्यद्भुतो विषयः।

३.२८ कालविभागः

सूर्यसिद्धान्तादिग्रन्थेषु मानाध्याये कालविभागा वर्ण्यन्ते। पाश्चात्यसिद्धान्तेषु त्रय काल एव प्रचलिताः, अस्माकं तु नव मानानि—

ब्राह्मं दिव्यं तथा पित्र्यं प्राजापत्यं गुरोस्तथा।
सौरं च सावनं चान्द्रमार्क्षं मानानि वै नव॥ (सूर्यसिद्धान्ते, १४।१)

एषां व्यवहारे चत्वारि दृश्यन्ते—

चतुर्भिर्व्यवहारोऽत्र सौरचान्द्रार्क्षसावनैः।
बार्हस्पत्येन षष्ट्यब्दं ज्ञेयं नान्यैस्तु नित्यशः॥ (सूर्य० १४।२)

नक्षत्रमानमेवं वर्ण्यते—

भचक्रभ्रमणं नित्यं नाक्षत्रं दिनमुच्यते।

एवमेवान्येषां वर्णनानि कृतानि॥

तृतीयोऽध्यायः

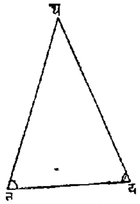
चन्द्रः

[स्वशीतलज्योत्स्नया आह्लादयन् सर्वलोकान् अस्मन्मातरं धरित्रीं स्वमातरमिव परिक्रामति चन्द्रः । अतः पृथिव्याः पश्चात्तस्य परिचयो दीयते ।]

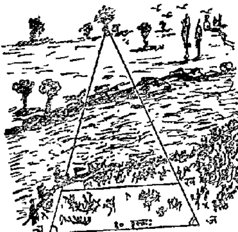
३.१ चन्द्रस्य दूरत्वम्

३.११ दूरत्वनिर्धारणम्

ज्योतिर्विद्यायां दूरत्वनिर्धारणे सैव रीतिः प्रयुज्यते या लौकिकव्यवहारेऽगम्यवस्तूना दूरत्वनिर्धारणे । यदि नद्या अपरतटे एको वृक्षस्तिष्ठति, तस्य दर्शकस्थानाद् दूरत्वमस्मिन्नेन तटे तिष्ठन् यदि दर्शको ज्ञातुमिच्छति, तर्हि स रेखागणितस्याश्रयं भजते । क-स्थाने तिष्ठन् वृक्षं प्रेक्ष्यैकं स्थूणं स्थापयति, वृक्षस्थूणरेखाया वृक्षमवलोकयन् पश्चभागं कानिचित् पदानि गत्वा द्वितीयं च-स्थूणं खनति । पुनः ३० हस्तमितान्तरं (अभीष्टहस्तमितान्तरं वा) गत्वा ज-स्थाने तृतीयं स्थूणं खनति । ज-स्थानाद् वृक्षं पश्यन्नेव अग्रे गत्वा ज-स्थानवृक्षरेखायां चतुर्थं स्थूणं खनति । एवं त्रिभुजद्वयं (△ वृ क ख, △ वृ च ज) प्राप्यते ।



अत्र वृ च ज-त्रिभुजेन अस्मत्प्रयोजनम् । वृ च ज-त्रिभुजे वृ च ज कोणस्य वृ ज च-कोणस्य च मानं ज्ञात्वा लिख्यते । पुनस्तत्रैव एकमीदृशं त्रिभुजमालिख्यते, यस्य आधाररेखा २ इंचमिता, आधारकोणौ क्रमशः वृचज कोणमितः, वृजच-कोणमितश्च । एवं तयदत्रिभुजं वृचजत्रिभुजं च परस्परं सर्वथा समाने । अत एव त्रिभुजे तदथे यदि तय-रेखाया मानं ४-इञ्चानि, तर्हि चवृ-रेखायाः



(वृन्दूरत्वस्य) मान ४० हस्ता भविष्यति। एव रेखागणितेन (तद्विशिष्टशाखया त्रिकोणमितिनामिकया) अगम्यवस्तुनो दूरत्वमनुमीयते। अनेनैव विधिना क्षेत्रमापका भूप्रान्तस्य मानचित्रमालिखन्ति, यत शृङ्खलाभिर्मापन सर्वत्र न सम्भवम्।

३.१२ चन्द्रदूरत्वनिर्धारणम्

कल्प्यते यत् पृथिव्या स्तो द्वे वेधशाले क स्थाने ख स्थाने च। क ख स्थानयोरक्षांशान्तर ८४° मितम्। भूकेन्द्रात् (भू स्थानात्) क स्य ख स्य भूपृष्ठस्थितत्वाद् दूरत्व समान ४००० क्रोशार्धमितम्, अर्थात् त्रिभुजे क भू खे, भूख भुजा भूक भुजा समाने, अत एव

चन्द्रदूरत्वनिर्धारणम्

प्रत्येक कोण ∠भू क ख ∠भू ख क ४८° मित, क ख-भुजा च ५३०० क्रोशार्धमिता।[1] पुन कस्थानीया याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयतश्चन्द्रस्य वेधोपलब्धनतांशा $न_1$-मिता, ख-स्थानीयास्तस्मिन्नेव काले नतांशा $न_2$ मिता। अत एव

$$\angle चकख = १८०^\circ - न_1 - ४८^\circ$$
$$\angle चखक = १८०^\circ - न_2 - ४८^\circ$$

एवं च कख त्रिभुजे एका भुजा (क ख = ५३१३ क्रोशार्धानि) विदिता, द्वौ कोणौ (∠च क ख, ∠च ख क) विदितौ। अत एव भुजा 'चक' (क स्थानाच्चन्द्रस्य दूरत्वम्), च ख भुजा (ख-स्थानाच्चन्द्रस्य दूरत्वम्) च त्रिकोणमित्या ज्ञातव्ये[2]।

---

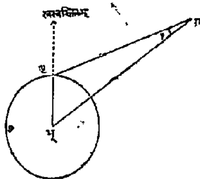
१ कख—भुजा=२ × ४००० (त्र्यासार्ध) × कोज्या ४८°

२ चक—भुजा = $\frac{५३१३ \times ज्या\ (चखक)}{ज्या\ (कचख)}$

ततस्त्रिभुजे चंभूके, द्वे भुजे (चंक-भुजा, कभू भुजा) विदिते, कोणः चं कू भू अपि विदितः, अत एव च भू भुजा ज्ञातुं योग्या भवति। चभू भुजा प्रायः २,३८,८५७ क्रोशार्धमिता।

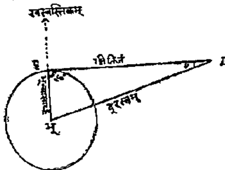
३.१३ लम्बनम्

पूर्वविधिश्चन्द्रस्य दूरत्वनिर्धारणे प्रयुज्यते, परन्तु स सुकरो न भवति ग्रहाणां दूरत्वनिर्धारणे। तेषां दूरत्वनिर्णये एकोऽन्यो विधिः प्रयुज्यते। तेन विधिना यदि चन्द्रस्य दूरत्वं मीयते तर्हि प्रथमं चंभूक-कोणो मीयते। कोणोऽयं लम्बनमुच्यते।



भूमध्यीयलम्बनम्

एवं भूपृष्ठग्रहप्रोतरेखा-भूमध्यग्रहप्रोतरेखा समुत्पन्नकोणः ग्रहस्य दैनिकलम्बनमुच्यते, अर्थाद् यदि 'भू' भूमध्य-केन्द्रम्, 'पृ' भूपृष्ठस्थपुरुषः, तर्हि भू ग्र पृ–कोणस्तस्य ग्रहस्य लम्बनम्। (द्रष्टव्यं चित्रद्वयम्)।



क्षैतिजलम्बनम्

लम्बनं पाश्चात्यज्योतिर्गणिते 'p' (पी) वर्णेन व्यक्तीक्रियते। यदि ग्रहो ज्योतिःपिण्डो वा क्षितिजे लग्नस्तर्हि तस्य तत्कालिकलम्बनं क्षैतिजलम्बनं[1] कथ्यते। इदं P–वर्णेन व्यक्तीक्रियते।

३.१४ लम्बनदूरत्वसम्बन्धः

उपरि चित्रे 'भू पृ ग्र' एकं समत्रिभुजम्, अत एव

$$\text{दूरत्वम्} = \text{भूव्यासार्धं} \times \text{क्षैतिजलम्बनम्}$$

---

1. क्षैतिजलम्बन-भूमध्यीयलम्बनसम्बन्धः। भूमध्यीयलम्बनम्=क्षैतिजलम्बनम् × नतांशज्या (दृग्ज्या), अत एव भूमध्यीयनतांशा वेधोपलब्धनतांशेभ्यो लम्बनमितकं न्यूनाः। अर्थात्
भूमध्यीयनतांशाः=भूपृष्ठीयवेधोपलब्धनतांशाः—लम्बनम्।

∴ यदि लम्बनं सेकिण्ड (विकला)माने गणितं तर्हि

$$\text{दूरत्वम्} = \frac{\text{भूव्यासार्धं} \times २०६२६५''}{\text{क्षैतिजलम्बने विकलाना सख्या}}$$

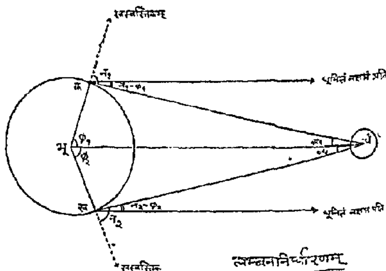
उदाहरणम्—चन्द्रस्य वेधेन गणनया वा क्षैतिजलम्बनं ५७′६″ चन्द्रस्य दूरत्वस्य मानं प्राप्यताम् ।

$$\text{चन्द्रदूरत्वम्} = \frac{४००० \times २०६२६५}{३४२६}$$

$$= २,४०,००० \text{ (आसन्नमानेन) क्रोशार्धानि ।}$$

३.१४ चन्द्रस्य लम्बननिर्धारणम्

यदि एकस्यामेव देशान्तररेखायां द्वे क–ख–स्थाने स्थिते, चन्द्रस्य नतांशाश्च पूर्ववत् क्रमशः $न_1$–मिताः, $न_2$–मिताः, भूमध्यीयलम्बनं क्रमशो $ल_1$–मितं $ल_2$–मितम्, तर्हि



$$ल_1 = \text{क्षैतिजलम्बनं} \times ज्या (न_1)$$
$$ल_2 = \text{क्षैतिजलम्बनं} \times ज्या (न_2)$$
$$\text{अर्थात् } ल_1 + ल_2 = (\text{क्षैतिजलम्बनं}) \times (ज्या\ न_1 + ज्या\ न_2)$$

अथवा

$$\text{क्षैतिजलम्बनम्} = \frac{\text{ल}_1 + \text{ल}_2}{\text{ज्या न}_1 + \text{ज्या न}_2}$$

$(\text{ल}_1 + \text{ल}_2)$स्य मानं सरलतया ज्ञायते, यतः $\text{ल}_1 + \text{ल}_2 = \text{न}_1 + \text{न}_2 -$ क-स्थानस्याक्षांशाः—ख स्थानस्य अक्षांशाः।
अत एव चन्द्रस्य नतांशानां ज्ञानाद् लम्बनज्ञानं सम्भवम्।

$$\text{एवं क्षैतिजलम्बनम्} = \frac{\text{न}_1 + \text{न}_2 - \text{कस्थानस्याक्षांशाः} - \text{खस्थानस्याक्षांशाः}}{\text{ज्या (न}_1\text{)} + \text{ज्या (न}_2\text{)}}$$

३.१६ चन्द्रदूरत्वमानम्

चन्द्रो भुवोऽन्यग्रहापेक्षया समीपतरमिति पुरातनकालात् सर्वेषां मतम्। इदं स्वाभाविकमप्यासीत्, यतः—

(१) चन्द्रस्य प्रदक्षिणाकालः सर्वाधिकाल्पः।
(२) सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रः सूर्यभुवोर्मध्ये आपतति।
(३) चन्द्रबिम्बपरिमाणं बृहत्तमम्।

परन्तु यथार्थदूरत्वनिर्धारणमतिसरलं न। पूर्वानुच्छेदेषु यो विधिर्दत्तस्तेन चन्द्रस्य मध्यमलम्बनं ५७′ २″७ मितम्, मध्यमदूरत्वञ्च तदनुसारेण २३८८५७ क्रोशार्धानि प्राप्यते।

गणितागतदूरत्वस्य सत्यतास्थापनाय अचिरात्पूर्वं १९४६-तमे खिस्ताब्दे एकः प्रयोगः कृतोऽमेरिकायाम्। तत्र सेनासङ्केतविभागेन 'रडार'यन्त्रेण विद्युत्तरङ्गाश्चन्द्रं प्रति प्रक्षिप्तास्ते २.५६ मिलसेकिण्डानन्तरं चन्द्रात् परावर्त्य पुनरागताः, अत एव चन्द्रस्तदा १.२८ मितसेकिण्टदूरत्वे आसीत्। अर्थात्—

$$\text{दूरत्वम्} = १.२८ \times \text{विद्युद्वेगः}$$
$$= १.२८ \times १,८६,२७० \text{ क्रोशार्धानि}$$
$$= २,३८,४२५ \text{ क्रोशार्धानि।}$$

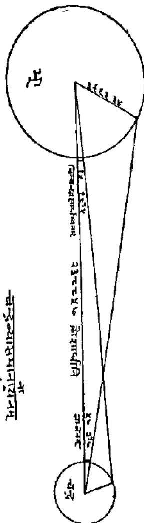
३.२ चन्द्रस्य व्यासादयः

३.२१ चन्द्रव्यासमानम्

चन्द्रस्य दृश्यबिम्बस्य मध्यममानं ३१′७″ मितमस्ति। इदं वेधेन प्राप्यते। अत एव यथार्थव्यासस्य मानं निम्नलिखितेन ५.६ १० सित्रेण क्षेत्रेण ज्ञायते गण्यते वा।

अत्र $\frac{\text{चन्द्रव्यासार्धः}}{\text{भूव्यासार्धः}} = \frac{\text{बिम्बव्यासार्धमानम्}}{\text{चन्द्रलम्बनम्}}$ अत एव चन्द्रव्यासार्धः $= \frac{३९३५ \times ३१६३ २४}{३४२२७}$

$= १०२९.९५$ क्रोशार्धानि ।



३.२२ चन्द्रस्य पिण्डमात्रा

गुरुत्वाकर्षणसिद्धान्तेन चन्द्रस्य पिण्डमात्रा निर्धार्यते । § ३.३१ व्यक्तीकरिष्यते यद् वस्तुतश्चन्द्रभूपिण्डयोर्गुरुत्वाकर्षणीयकेन्द्रमेव सूर्यं परितो भ्रमति, भूश्च चन्द्रश्च तत्केन्द्रमभितो भ्रमतः । अनेन भुवो मध्यकेन्द्रपरिक्रमणेन सूर्यस्य प्रतीयमानस्थित्या किञ्चित् परिवर्तनं दृश्यते—चान्द्रमासस्य एकस्मिन् पक्षे सूर्यस्य गतिः किञ्चित् शैघ्र्यं प्राप्नोति, द्वितीये च पक्षे सा किञ्चिन्मान्द्यं लभते । परिवर्तनमिदं कदापि द्वादशविकलाभ्योऽधिकं न ।

स्थितिविज्ञानेन ज्ञायते यद् यदि भुवः पिण्डमात्रा $पि_{भू}$ चन्द्रस्य पिण्डमात्रा $पि_{च}$, तर्हि गुरुत्वाकर्षणीयकेन्द्रस्य दूरत्वं भूकेन्द्रात् $\frac{पि_{च}}{पि_{भू} + पि_{च}} \times$ भूचन्द्रान्तरम्, तथा चन्द्रकेन्द्रात् $\frac{पि_{भू}}{पि_{भू} + पि_{च}} \times$ भूचन्द्रान्तरम् ।

उपरि भुवो मध्यकेन्द्रपरिक्रमणात् सूर्यस्थगत्यां द्वादशविकलामितान्तरमागच्छतीत्युक्तम् । सूर्यस्य दूरत्वञ्च पूर्वनिर्दिष्टमेव ९,२९,००,००० क्रोशार्धमितम् । अत एव एकस्मिन् 'रेडियने' ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि तर्हि १२ विकलासु कियन्ति ? इति त्रैराशिकेन ५७६० क्रोशार्धानि

लभ्यन्ते। अत एव भूकेन्द्राद् मध्यकेन्द्रस्य दूरत्वं $\frac{५७६०}{२}$ = २८९५ क्रोशार्धानि। इदञ्च उपरि गणितं $\frac{\text{पि}_{\text{भू}}}{\text{पि}_{\text{भू}} + \text{पि}_{\text{च}}} \times$ भूचन्द्रान्तरम्। अत एव—

$$\frac{\text{पि}_{\text{भू}}}{\text{पि}_{\text{भू}} + \text{पि}_{\text{च}}} \times \text{भूचन्द्रान्तरम्} = २८९५$$

अनेन समीकरणेन $\frac{\text{पि}_{\text{च}}}{\text{पि}_{\text{भू}}} = \frac{१}{८१\cdot ५६}$ लभ्यते। अर्थात् चन्द्रस्य पिण्डमात्रा भुवः पिण्डमात्राया $\frac{१}{८१\cdot ५६}$ भागमिता।

३.२३ चन्द्रस्य घनत्वम्

चन्द्रस्य आयतनं पार्थिवायतनस्य $\frac{१}{४९}$ भागमितम्, अत एव चन्द्रस्य घनत्वं $\left(\frac{\text{पिण्डमात्रा}}{\text{आयतनम्}}\right)$ $= \frac{४९}{८१\cdot ५} = ०\cdot ६$ भागमितं पार्थिवघनत्वस्य, अर्थात् $०\cdot ६ \times ५\cdot ५ = ३\cdot ३$ गुणितं जलघनत्वस्य।

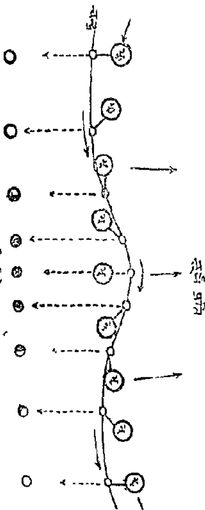
३.३ चन्द्रस्य परिक्रमणम्

पूर्वानुच्छेदे चन्द्रस्य मध्यमदूरत्वं २३८८५७ क्रोशार्धमितं गणितम्, परन्तु वास्तविकदूरत्वं सदा न समम्। यतश्चन्द्रो भुवं परितो दीर्घवृत्ताकारकक्षाया भ्रमति, यथा भूः सूर्यं परितो भ्रमति। चन्द्रकक्षाया उत्केन्द्रिता ०.०५४९ (=$\frac{१}{१८}$) मिता। यदा चन्द्रो दूरतमस्तदा चन्द्रोच्चं कथ्यते, समीपतमे चन्द्रनीचमुच्यते।

३.३१ चन्द्रस्य सूर्यं परितो भ्रमणम्

चन्द्रः पृथिवीं परितो भ्रमति, पृथिवी च सूर्यस्य प्रदक्षिणां करोति, अत एव चन्द्रोऽपि सूर्यस्य प्रदक्षिणां करोति। सूर्यस्य प्रदक्षिणायां वस्तुत एकपिण्डवद् भूचन्द्रावाचरणं कुरुतः,

या च भूकक्षा कथ्यते सा भूचन्द्रयोः केन्द्रस्य कक्षा। अस्य केन्द्रस्य भूश्चन्द्रश्च उभौ परिक्रम कुरुतः, केन्द्रञ्च सूर्यं परितो भ्रमति। परन्तु केन्द्रमिदं भूपिण्डमध्यवर्ति,[1] अत एव भुवः केन्द्रं परितो भ्रमणं न लक्ष्यते, चन्द्रस्य केन्द्रं परितो भ्रमणं भुवं परितो भ्रमणमिव दृश्यते।



३.३२ चन्द्रकलाः

चन्द्रो भुवमभितो भ्रमणं प्रायः २९ ½ दिनेषु करोति, परन्तु चन्द्रः प्रकाशहीनपिण्डत्वाद् न भाति निजभास्वरत्वेन, ये च रजनीकररश्मयः कथ्यन्ते ते केवलं चन्द्रे पतित्वा ततः परावृत्ताः सूर्यरश्मय एव। अत एव भास्वरत्वविहीनत्वाच्चन्द्रस्तदैव दृश्यते यदा तस्य प्रकाशितगोलार्धः पूर्णतोऽंशतो वाऽस्माकं चक्षुःसमक्षमा गच्छति। प्रकाशितगोलार्धोऽयं भुवं परितश्चन्द्रस्य भ्रमणशीलत्वाद् विभिन्नेषु स्थानान्तरेषु विभिन्नमात्रया अवलोक्यते—कदाचित् पूर्णतया सम्मुखे आयाति, कदाचिदर्धतया, कदाचिच्च पूर्णतया तिरोहितो भवति। एवं प्रकाशितगोलार्धस्य विभिन्नदर्शनेभ्यश्चन्द्रस्य कलासु क्षयवृद्धी भवतः। निम्नलिखिता चन्द्रस्य विभिन्नकालेषु कला-दृष्टि स्थानादयो दीयन्ते—

1. चन्द्रस्य पिण्डमात्रा भुवः पिण्डमात्राया $\frac{1}{८१.२६}$ मिता, अत एव भूचन्द्रयोः केन्द्रं भूकेन्द्रात् $\frac{1}{८२.२६}$ मितदूरस्थे, अर्थात् (आसन्नमूल्येन) २८८० क्रोशार्धेषु स्थितं। यतो भूव्यासार्धं ४,००० क्रोशार्धानि, केन्द्रमिदं भूपिण्डान्तर्वर्ति।

ष्टिः	चन्द्रस्य स्थानम्	इनान्तरम्	चन्द्रभागदर्शनम्	कला	तिथिः
युतिः	भूसूर्ययोर्मध्ये	शून्यम्	अप्रकाशितगोलार्धः	हीना	अमावस्या

(ततश्चन्द्रः सूर्यस्य पूर्वं तिष्ठति, इनान्तरं वर्धते, प्रकाशितगोलार्धः क्रमशः सम्मुखे याति-
कलाश्च शनैः शनैर्वर्धन्ते ।)

त्रिभान्तरम्	भुवः पार्श्वे	समकोणमितम्	प्रकाशितगोलार्धस्य अर्धभागः	अष्टमी	अष्टमी

(तत इनान्तरं समकोणाधिकं वर्धते, प्रकाशितगोलार्धोऽधिकांशभागान् प्रकटयति ।)

षड्भान्तरं	भूः सूर्यचन्द्रयोर्मध्ये	१८०° मितम्	प्रकाशितगोलार्धः पूर्णतया दृश्यते	पूर्णाः कलाः	पूर्णमासी

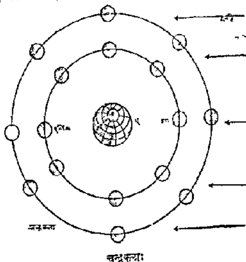
(तत इनान्तरं षड्भान्तराद् हीयते शनैः शनैः, तथैव प्रकाशितगोलार्धस्तिरोधान भजते)

त्रिभान्तरम्	भुवः पार्श्वे	समकोणमितम्	प्रकाशितगोलार्धस्य अर्धभागो न दृश्यते	अष्टमी	अष्टमी

(इनान्तरं शनैः शनैस्त्रिभान्तराद् हीयते, अप्रकाशितगोलार्धस्याधिकांशभागाः सम्मुख
मागच्छन्ति, चन्द्रः सूर्यस्य पश्चिमे तिष्ठति ।)

युतिः	भूसूर्ययोर्मध्ये	शून्यम्	अप्रकाशितगोलार्धः	हीना	अमावास्या

चन्द्रकला, चन्द्रस्य दृष्टिः, स्थानादयश्च निम्नचित्रादपि सुस्पष्टा भविष्यन्ति—

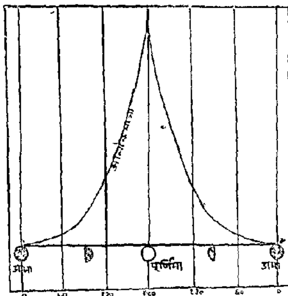


चन्द्रकलाः

३.३३ चन्द्रालोकः

(१) साधारणतया प्राकृतजनानां मतमिदं यत् चन्द्रस्य अष्टमीचन्द्रस्य आलोकः पूर्णिमाचन्द्रस्य आलोकस्य अर्धः, कलानामर्धत्वात्; अर्थात् पूर्णमास्या यया मानया रजनीकरो

भूलोकं प्रकाशयति, अष्टम्यां तदर्धमात्रया प्रकाशयति; यतः पूर्णमास्यां पूर्णश्चन्द्रः, अष्टम्यामर्धश्चन्द्रः। परन्तु नैवं विद्यते। अष्टम्यां चन्द्रालोकः पूर्णिमालोकस्य नवांशः। निम्नलिखित रेखावर्गाङ्कितपत्रे आलोकमात्रा दीयते—



आलोकमात्रा - रेखाचित्रम्

अष्टम्यां चन्द्रालोकः पूर्णिमालोकस्य नवांशमित इति। अत्रेद कारणम्। अष्टम्यां सूर्यकिरणा स्तिर्यक्तया चन्द्रपृष्ठे पतन्ति, तिर्यक्पतनाच्छाया दीर्घा भवति। पूर्णिमायां सूर्यकिरणाः सम्मुखतया पतन्ति, छाया च हीना भवति। पुनश्च चन्द्रे पतिता छाया पृथिव्यां पतितायाश्छायाया अपेक्षया गाढा, यतश्चन्द्रे वायुमण्डलं न वर्तते। अत एव छायाया दैर्घ्याद् गाढत्वाच्च अष्टम्यां चन्द्रालोकस्य मात्रा अत्यल्पीयसी।

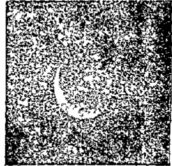
(२) शिशिरर्तौ चन्द्रालोकोऽधिको भवति। सूर्यस्य सुदूरदक्षिणे स्थितिः शिशिरर्तौ भवति। अत एव पूर्णचन्द्रस्य तदा सूर्यषड्भान्तरे स्थितत्वात् स्थितिः सुदूरोत्तरे भवति। चन्द्रस्य सुदूरोत्तरस्थितत्वाद् किरणा ऋजवो भवन्ति, चन्द्रोदयाच्चन्द्रास्तकालपर्यन्तं कालावधिश्च दीर्घः। अत एव चन्द्रकिरणानामृजुपतनाद् दीर्घकालिकचन्द्रदर्शनाच्च चन्द्रालोकः शिशिरर्तौ अधिको भवति।

३.३४ भुव आलोकश्चन्द्रपृष्ठे

यथा चन्द्रो भूपृष्ठात् प्रकाशवान् दृश्यते, तथैव भूश्चन्द्रपृष्ठाद् दृश्यते। परन्तु कला व्यत्यासेन भवन्ति। यदा अस्माकं चन्द्रस्य पूर्णाः कलाः, तदा चन्द्रवासिनां भुवो हीनाः कलाः,

यदास्माकं चन्द्रस्य हीनाः कलाः, तदा तेषां भुवः पूर्णाः कलाः। एवमेव यदा चन्द्रस्य इनान्तरम् 'अ'-मितम्, तदा भुव इनान्तरं (१८०-अ) मितं भविष्यति।

भुव आलोकः शुक्लपक्षस्य द्वितीयाचन्द्रे तृतीयाचन्द्रे वा सरलतया दर्शनीयतामायाति। शुक्लपक्षस्य द्वितीयायां तृतीयायां वा चन्द्रस्य न केवलं प्रकाशितशृङ्गमवलोक्यते, सूर्यकिरणैरप्रकाशितभागा अपि (द्रष्टव्यमत्र फोटो चित्रम्) अवलोक्यन्ते। ईषत्प्रकाशितभागेषु न सम्भावना सूर्यरश्मिपातस्य, सूर्यपराङ्मुखत्वात्। अतस्ते भुव आलोकेनैव आलोकिताः सन्ति।


भुव आलोकः [यरकिज़ वेधशाला]

भुव आलोकश्चन्द्रालोकस्य षष्टिगुणितः। अत्र प्रकाशबाहुल्यस्य कारणद्वयम्—

(१) चन्द्रदृष्टभूबिम्बव्यासो भूदृष्टचन्द्रबिम्बव्यासस्य चतुर्गुणितः। यतः परावर्तिता लोककिरणाः क्षेत्रानुपातिनः, भूबिम्बक्षेत्रञ्च चन्द्रबिम्बक्षेत्रस्य १३.४ गुणितम्, अत एव भूतलात् चन्द्रतलापेक्षया १३.४ गुणिता आलोककिरणाः परावर्तन्ते।

(२) किरणानां परावर्तिनी शक्तिः परिक्षेपणशक्तिरुच्यते। कल्प्यते यत् कस्मिंश्चित् पदार्थे १००—संख्याकाः सूर्यकिरणाः पतन्ति, तेषां नैकाश्च किरणा वस्तुपृष्ठे नष्टा भवन्ति, कल्प्यते यत् केवलं पञ्चदशसंख्याकाः किरणाश्च परावर्तन्ते, तदा तस्य वस्तुनः परिक्षेपणशक्तिः ·१५ ($\frac{१५}{१००}$) मितास्ति। निरीक्षणेन प्राप्तं यत् चन्द्रस्य परिक्षेपणशक्तिः ·०७-मिता, परन्तु भुवः परिक्षेपणशक्तिः ·४२ मिता; एवं चान्द्रपरिक्षेपणशक्त्यपेक्षया भुवः परिक्षेपणशक्तिरत्यधिका।

एवं भूव्यासदैर्घ्यात् परिक्षेपणशक्तेराधिक्याच्च भुव आलोकश्चन्द्रालोकस्य षष्टिगुणितः।

३.४ चन्द्रस्य अक्षभ्रमणम्

वयं चन्द्रस्य सदैव एकमेव रूपं पश्यामः, अत एव तस्य अक्षभ्रमणकालो भुव परितो भ्रमणकालसमः। एकस्मात् प्रयोगात् तर्कोऽयं स्पष्टीभविष्यति।

एकस्यां कक्षाया मध्ये एको दीपः स्थाप्यताम्, एको जनश्च एवं परिक्रमणं कुर्यात् यत्

परिक्रमणे सदैव स दीपाभिमुखतां भजेत् । स इदमित्यनुभवति यद् यदि स परिक्रमणजनित कोणमितमक्षभ्रमणं न करोति, स दीपसम्मुखतां त्यजति । अस्य गणितीयोपपत्तिरपि वर्तते । चित्रे ख-स्थानस्य कोणीयान्तरं θ अस्ति । यदि जनः किञ्चिदप्यक्षभ्रमणं न करोति तर्हि तस्य मुखं 'थ' प्रति भवति (खथ रेखा कदी रेखायाः समानान्तरा)। यदि स वस्तुतो दीपं द्रष्टुमिच्छति तर्हि स थखदी सममवश्यमक्षभ्रमणं कुर्यात् । यतः खथ-रेखा कदी रेखा समानान्तरा, कदीख कोण = थखदी-कोण = θ, अर्थात् परिभ्रमणकृतकोणसमोऽक्षभ्रमणकृतकोणोऽस्ति । अत एव तस्य परिक्रमणकालसमोऽक्षभ्रमणकालः ।

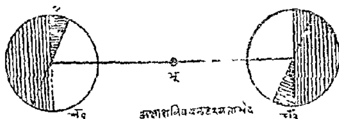
अक्षभ्रमणम्

३.४१ दृश्यताभेदाः

यद्यपि पूर्वमुक्तं यद् वयं सर्वदा चन्द्रस्यैकमेव रूपं पश्यामः, तथापि सूक्ष्मपरीक्षणं दर्शयति यद् यदा कदा बिम्बपर्यन्तभागेऽल्पमात्रया नूतनाः प्रदेशा दृश्यन्ते, परिचिताश्च लुप्यन्ते । नूतनप्रदेशदर्शनमिदं दृश्यताभेदं उच्यते । दृश्यताभेदाश्च दोलनात्मकास्त्रिमूलकाश्चाधो दीयन्ते—

(१) अक्षांशविषयकदृश्यताभेदः

चन्द्रपरिक्रमणकक्षातलात् चान्द्रविषुवरेखाया आनतता ६.५ अंशमिता, अत एव एकस्मिन् पक्षे उत्तरध्रुवात् परवर्तिनो भागा दृश्यन्ते, द्वितीयपक्षे च दक्षिणध्रुवात् परवर्तिनो



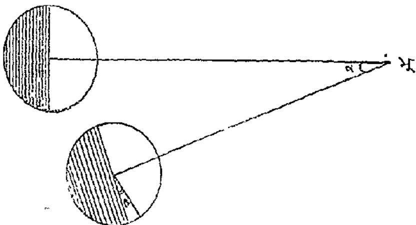
अक्षांशविषयकदृश्यताभेद

भागा दृश्यन्ते । (चित्रमुपरि दत्तं द्रष्टव्यम्) च₁ स्थित्या चन्द्रस्य उत्तरध्रुवपरवर्तिभागाः, च₂-स्थित्यां दक्षिणध्रुवपरवर्तिभागाश्च दृश्यन्ते ।

(२) रेखांशविषयकदृश्यताभेदः

चन्द्रस्य परिभ्रमणमार्गो दीर्घवृत्ताकारः, अत एव चन्द्रस्य परिक्रमणवेगो नीचे शैघ्र्यम्, उच्चैश्च मान्द्यं भजते, परन्त्वक्षभ्रमणवेगः सदैव समो तिष्ठते । एवं काले कालेऽक्षभ्रमणवेग

परिक्रमणयोरन्तरं दृश्यते । अनेनान्तरेण काले काले चन्द्रस्य पूर्वतमबिम्बकोटेः परवर्तिनः ७ ८/९

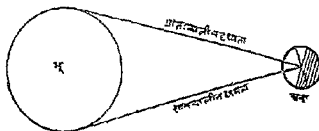


ऐरखांशनिमित्तक दृश्यताभेदः

अंशव्यापिभागाः, काले काले पश्चिमबिम्बकोटेः परवर्तिनः ७ ८/९ अंशव्यापिभागा दृश्यन्ते ।

(२) दैनिकदृश्यताभेदः

भूपृष्ठस्था वयं दिवसस्य रात्रेर्वा विभिन्नकाले विभिन्नदिशया चन्द्रं पश्यामः । चन्द्रोदये विद्धिपश्चिमकोटेः कलैकमितव्यापिपरवर्तिभागाः, चन्द्रास्ते पूर्वकोटेः कलैकमितव्यापिपरवर्तिभागाश्च दृश्यन्ते । एवं वयं चन्द्रबिम्बस्य५९ भागान् पश्यामः ।



दैनिकदृश्यताभेदः

३.५ चन्द्रतले भौतिकस्थितयः

३.५१ वायुमण्डलम्

चन्द्रतले वायुमण्डलं न विद्यत इति निश्चितमेव, तथाप्यत्र कतिपयानि प्रमाणानि दीयन्ते–

(१) चन्द्रे सान्ध्यप्रकाशो न दृश्यते। दिवसावसानेऽकस्मादेव रात्रिरागच्छति। सान्ध्यप्रकाशो वायुमण्डलभावादेव भवतीति § १.५४ तमे व्याख्यातम्, अत एव सान्ध्यप्रकाशाभावो वायुमण्डलाभावं सूचयति।

(२) यदा चन्द्रो नक्षत्राण्याच्छादयति तदा नक्षत्राणि झटिति लुप्तानि भवन्ति (द्रष्टव्य फोटोचित्र § ४.५२-तमे दत्तम्)। वायुमण्डलभावे तेषां प्रथमं धूमिलत्वम्, ततो रक्तवर्णत्वम्, ततश्शनैः शनैर्लोपो भवेत्।

(३) दूरदर्शकेन चन्द्रपृष्ठचिह्नानि स्पष्टतया दृश्यन्ते। यदि चान्द्रवायुमण्डलस्य घनत्वं पार्थिववायुमण्डलघनत्वस्य १/१००००० तममपि भवेत्, चन्द्रपृष्ठदर्शने काचिदस्पष्टतावश्यमागच्छेदिति भौतिकशास्त्रिणां मतम्।

(४) चन्द्रस्य परिक्षेपणशक्तिरत्यल्पा, केवलं ·०७ मिता। वायुमण्डलयुक्तग्रहाणां परिक्षेपणशक्तिरधिका भवति। शुक्रस्य तु परिक्षेपणशक्तिः ·७ मिता लभ्यते।

(५) चन्द्रपृष्ठे गुरुत्वाकर्षणशक्तिर्भुवि गुरुत्वाकर्षणशक्तेः ·१६५ भागमिता। गुरुत्वाकर्षणशक्तिरियमतिदुर्बला, अत एव वायुमण्डलोपस्थितिश्चन्द्रेऽसम्भवा।

'विमोचनवेग'—वायुमण्डलरक्षणम्

चन्द्रे प्रारम्भे नूनं वायुमण्डलमासीत्, परन्तु चन्द्रवायवः शनैः शनैर्महाकाशे विलीना अभवन्। वाष्पेषु बहुसंख्याका व्यूहाणवः सन्ति, ते इतस्ततो भ्रमन्ति। ते भ्रमन्तो महाकाशं गच्छन्ति यदि ग्रहस्तेषां व्यूहाणूनां गुरुत्वाकर्षणरज्जुभिर्बन्धनेऽसमर्थः। पृथिव्या गुरुत्वाकर्षणशक्तिः पर्याप्ता, परन्तु केचिद् वाष्पव्यूहाणवो बहिर्गन्तुं समर्था भवन्ति। चन्द्रस्य गुरुत्वाकर्षणं पार्थिवगुरुत्वाकर्षणस्य १६५/१०००० मितम्, अत एव तत्र वायूनां व्यूहाणवः सरलतया महाकाशे विलीयन्ते।

वायुमण्डलरक्षणे ग्रहस्य उपग्रहस्य वा सामर्थ्यं तत्पृष्ठस्थविमोचनवेगापेक्षि। भुवि विमोचनवेगः सप्तक्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, अर्थाद् यदि किमपि वस्त्वस्माद् विमोचनवेगात् प्रक्षिप्यते तर्हि गुरुत्वाकर्षणरज्जुं भित्त्वा तद् महाकाशं गच्छति[1]। चन्द्रपृष्ठे विमोचनवेगः १½ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, अत एव तत्र वायूनां व्यूहाणवो झटिति महाकाशे व्यलीयन्त।

---

१ यदि प्रक्षेपवेगः प्रतिसेकिण्ड पञ्चक्रोशार्धाल्पस्तर्हि वस्तु पृथिव्यां पुनर् आगच्छति, यदि प्रक्षेपवेगः प्रतिसेकिण्ड पञ्चक्रोशार्धाधिकः परन्तु प्रतिसेकिण्ड सप्तक्रोशार्धन्यूनस्तर्हि वस्तु चन्द्रवद् वृत्ते दीर्घवृत्ते वा भुवं परितो भ्रमणं करिष्यति (अनेनैव सिद्धान्तेन कृत्रिमचन्द्रा आगामिवर्षे मोच्यन्ते)। यदि प्रक्षेपवेगः सप्तक्रोशार्धमितस्तर्हि वस्तु परवलये, यदि सप्तक्रोशार्धाधिकस्तर्ह्यपरवलये महाकाशे उपगच्छति। सौरमण्डलाद् बहिर्गमनाय प्रक्षेपवेगोऽवश्यं ३० क्रोशार्धाधिको भवेत्।

वायुमण्डलस्य वायुव्यूहाणूनां महाकाशे विलीनत्वं $\frac{\text{व्यूहाणूनां वेग-}}{\text{विमोचनवेग-}}$ निष्पत्तिमपेक्षते । [प्रतिसेकिण्डं हाइड्रोजनस्य वेगः १·१४ क्रोशार्धानि, नाईट्रोजनस्य ०·३० क्रोशार्धानि, आक्सीजनस्य ०·२८ क्रोशार्धभागः, कार्बनडाई-आक्साइडस्य च ०.२४ क्रोशार्धभागोऽस्ति]। विज्ञानविदां मतमिदं यद् यदि विमोचनवेगस्त्रिगुणितस्तर्हि कतिपयैः सप्ताहैः, यदि विमोचनवेगश्चतुर्गुणितस्तर्हि कतिपयवर्षसहस्रैः, यदि विमोचनवेगः पञ्चगुणितस्तर्हि कतिपयवर्षकोटिभिर्वायुमण्डलस्य वायवो महाकाशे विलीना भविष्यन्ति ।

३.५२ जलाभावः

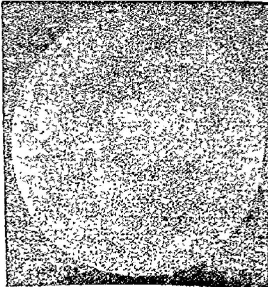
आश्चर्यं खलु महद् यद् जलधिजश्चन्द्रो जलविहीनोऽस्ति । चन्द्रपृष्ठे न कदापि मेघा दृष्टाः, न च जलधाराजनितविलयनं शिलानाम्। यदि कदाचिद् जलं प्रारम्भे स्यात्, तदवश्यमेव वायुमण्डलाभावे बाष्परूपेण निर्गतं स्यात् ।

३.५३ तापक्रमः

चन्द्रपृष्ठे मध्याह्ने १००° सेन्टीग्रेडमितः, सूर्यास्ते ५०° सेन्टीग्रेडमितः, निशीथे च–१५०° सेन्टीग्रेडमितस्तापक्रमो विद्यते । चन्द्रग्रहणावसरे होरैककाले १५०·अंशानामन्तरं दृश्यते तापक्रमे ।

३.६ चन्द्रपृष्ठचिह्नानि

चन्द्रपृष्ठवर्तिनोन्नतस्थानानि साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणापि प्रेक्षणीयतां भजन्ते । सर्वो-



चन्द्रस्य छायाचित्रम्

नुकूलप्रेक्षणीयता कृष्णपक्षस्य तृतीयायां शुक्लपक्षस्य द्वादश्याञ्च भवति। चन्द्रस्य अर्धभाग एव दृश्यत इति अनुच्छेदे ३.३२ तमे स्पष्टीकृतम्। अस्मिन् चन्द्रार्धे दश पर्वतश्रेण्यः, अनेकान्येकशतीनि पर्वतशृङ्गाणि, सहस्राधिकगर्ताः, त्रिंशत्सहस्राधिकानि ज्वालागिरिमुखानि च विद्यन्ते।

चन्द्रस्य मानचित्रम्

कतिपयानि समुद्रनाम्ना प्रसिद्धानि श्यामल समतल स्थानान्यपि दृश्यन्ते। एषां सर्वेषां नामानि ज्योतिर्विद्भिर्दत्तानि, नैकानि च चन्द्रस्य मानचित्राणि निर्मितानि सन्ति, येषां साहाय्येन चान्द्रस्थलनामन्लोकनं तन्नामाभिज्ञानञ्चातिसरलम्। उपरि दत्तमेकं मानचित्रं स्फोटोचित्रं द्रष्टव्यम्।

३.६१ चान्द्रसमुद्राः

चन्द्रपृष्ठे कतिपयानि श्यामलानि चिह्नानि दृश्यन्ते। एषां विविधवर्णनानि सन्ति। एतानि 'लाञ्छनानि' शशकरूपेण दृष्टानि कैश्चित्, मनुष्यरूपेणापरैः, पुस्तकपाठिनीरूपेण चान्यैः। ज्योतिर्विद्भिर्मध्ययुगे एतानि समुद्रा इत्युक्तानि, अधुनापि समुद्रनाम्ना प्रसिद्धानि, यद्यपि सर्वे ज्योतिर्विदस्तेषां जलविहीनत्वं जानन्ति। एते समुद्राश्चतुर्दशसंख्याकाः सन्ति। प्रायेण ते गोलाकाराः, येषां सीमानियतासाता। (द्रष्टव्यं फोटोचित्रमधो दत्तम्, यत्र 'इम्ब्रियम'-सागरः, 'प्रोसिल्लारम'-महासागरश्च दृश्यते)।

समुद्राख्यप्रदेशा वस्तुतो ज्वालागिरिमुखशून्या विशाला समतलकाश्च सन्ति। समतलत्वात्ते नतोन्नतस्थलापेक्षया श्यामला दृश्यन्ते। पुरातने काले अत्र खलु द्रुता ज्वालामुखोद्घातव आसन्, ते च समयानन्तरं कठोरपृष्ठका भूत्वा समतला जलविहीनप्रदेशा अभवन्।

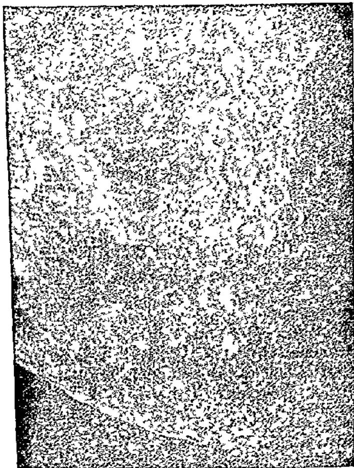


चन्द्र —'स्ट्रैो' 'कोपरनिकस'-अरेननाइन्अा' [माउण्ट विल्सन वेधशाला]

३ ६२ चान्द्रज्वालागिरिमुखानि

त्रिंशत्सहस्राधिकानि वृत्ताकाराणि ज्वालागिरिमुखानि विभिन्नपरिमाणकानि। एषां महत्तमस्य व्यासः १४४ क्रोशात्मकानि, लघुतमस्य व्यासश्च केवलं ३० हस्तमितं। वृत्ताकारपरिधिप

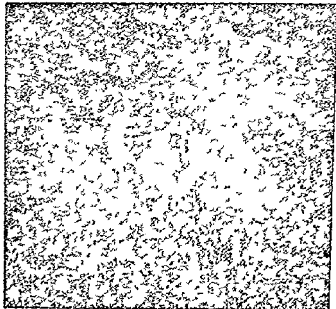
उच्चगिरिरूपाः सन्ति, उच्चतमपरिधिपर्वतस्य उच्छ्रयः २०,००० फिटाधिकोऽस्ति। ज्वालागिरिमुखानां तलं क्वचित् परिधिमहीध्रवेष्टितभूतलादुन्नतं क्वचिन्नतञ्च दृश्यते।



चन्द्रस्य दक्षिणभागः [माउण्ट विलसन वेधशाला]

एषामुत्पत्तिविषये न वर्तते विदुषामैकमत्यम्। केषाञ्चिन्मतेऽत्र ज्वालामुखिन आसन्। परन्तु न दृश्यतेऽधुना कोऽपि ज्वालामुखी, पुराऽऽसीदित्यपि संशयविषयः। पार्थिवस्य विशालतमज्वालागिरिमुखस्य व्यासः शतक्रोशार्धोऽस्ति, परन्तु चान्द्रस्य व्यासः १४४ क्रोशार्धानि। कथं चन्द्रे ईदृशानि विशालानि ज्वालागिरिमुखान्यभवन्निति कठिना समस्या। अपरेषां मतेनैतान्युल्कापातजनितानि। परन्त्वेतन्मतस्वीकारे दृश्यन्ते नैका आपत्तयः। नूनमुल्कापातेनेदृशानि

गिरिमुखान्युत्पद्यन्ते, परन्तु तेषां व्यासा अतिविशाला न दृश्यन्ते। पृथिव्यामुल्कापातजनित गिरिमुखानां विशालतमो व्यासः केवलं क्रोशार्धमितः, चान्द्रस्य तु १४४ क्रोशार्धमितः।

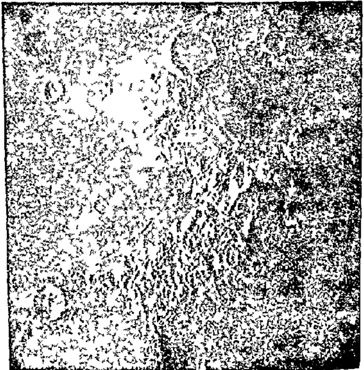


'कोपरनिकस' नामा गिरिमुखम् [लिक-वेधशाला]

पुनश्च कथं चन्द्र एतादृशानां भयङ्कराणां पातानां भाजनमभूत्? कथं चोल्कापाता अद्य कार्यविरतोऽभवन्? इत्यादीनां प्रश्नानामुत्तरं न लभ्यन्ते। अतएव गिरिमुखानामुत्पत्ति रहस्यगर्भा एव।

३.६३ चान्द्रपर्वताः

चन्द्रगिरिमुखानां परितो पर्वतश्रेणी दृश्यते। एतासामुपरिभागस्थितानि शिखराणि पृथगपि पर्वतश्रेणीनां सम्भवते। परितिरासामनेकपर्वतशिखराणि दृश्यन्ते। तेषामुच्चतमम् उच्चशीर्षम् २०,००० फुटमितम्। निम्नलिखितम् 'एपिनाइन' पर्वतश्रेणी दृश्यते—



चन्द्रे 'एपेनाइन' पर्वत [लिक वेधशाला]

३.६४ गर्ता घूर्णयश्च

भूकम्पजनितपार्थिवगर्ता इव चन्द्रमस्यज्ञातगहना उपत्यकारूपा लम्बा संकीर्णाश्च सरलगर्ता अवलोक्यन्ते ।

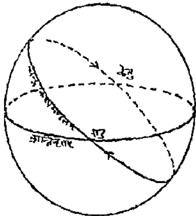
घूर्णयो गर्तेभ्यो भिन्नाः, गर्ते गर्तानां छाया दृश्यते, आसाञ्च न काऽपि छाया । घूर्णयः कतिपयज्वालागिरिमुखेभ्यो निःसृता सहस्राधिकक्रोशपर्यन्तमगाधगत्या पर्वते समतले च गच्छन्त्य, ५-१० क्रोशार्धविस्तीर्णाः पूर्णचन्द्रे प्रकाशमाना सरल रेखाः सन्ति । फोटोचित्रे § ३.६१ तमे दृष्टेऽतिप्रसिद्धा 'कोपरनिकस' नि सृता. प्रदर्श्यन्ते ।

३.७ खगोले चन्द्रस्य मार्गः

३.७१ राहुकेतू

खगोले चन्द्रस्य गतिनिश्चयार्थं भूमिकायां साध्यते । वेधेन प्रतिदिनं नक्षत्राणां मध्ये

चन्द्रस्य स्थितयोऽङ्क्यन्ते । अङ्किता स्थितय एकं महद्वृत्तं कल्पयन्ति, यस्य क्रान्तिवृत्तात् नमनता पञ्चांशमिता । इदं महद् वृत्तं चन्द्रस्य कक्षावृत्तमुच्यते । यत्रेदं कक्षावृत्तं क्रान्तिवृत्तमुल्लङ्घयति, तत्रस्थौ द्वौ बिन्दू राहुकेतू कथ्येते । चन्द्र उत्तरं गच्छन् यत्र क्रान्तिवृत्तमुल्लङ्घयति तत् स्थानं राहुनाम्ना प्रसिद्धम्, यत्र च दक्षिणं गच्छन् उल्लङ्घयति तत् स्थानं केतुनाम्ना प्रसिद्धम् । चन्द्रो राहुस्थानमुल्लङ्घ्य पुनस्तत् स्थानं २७दि ५हो ५मि ३६से (२७.२१२२२२) दिनानन्तरे आगच्छति ।



राहुकेतू

३.७२ चन्द्रगतिस्थिराङ्कानां चलत्वम्

चन्द्रस्य गतिः खगोले क्षितिर्जातिदृक्श्रेण निर्धार्यते, यतश्चन्द्रगतिस्थिराङ्काः सर्वे चलाः । महाणां गतिनियमनं सरलं यद् आकर्षणबद्धगोलद्वयस्य गतिः 'केप्लर'नियमैर्नद्धा (द्रष्टव्य § ६.८२), परन्तु आकर्षणबद्धगोलत्रयस्य गतिनियमनमतिदुष्करम् । अत्र गोलत्रये सन्ति—सूर्यः, भूः, चन्द्रश्च । अस्मिन् गोलत्रये चन्द्रः सर्वाधिकदुर्बलः । तस्य तिस्रो गतयः—

(१) सूर्यं परितो वार्षिकपरिभ्रमणम् । (इदं भूगोलेन विक्षिप्यते)

(२) भूचन्द्रमध्यकेन्द्रमभितो मासिकपरिक्रमणम् । (इदं सूर्येण विक्षिप्यते)

(३) भुवं परितो मासिकपरिक्रमणम् ।

अत एव चन्द्रगतेः सर्वे स्थिराङ्काश्चला दृश्यन्ते ।

(क) संपातपरिवर्तनम्

उपर्युक्तं यत् चन्द्रकक्षावृत्तक्रान्तिवृत्तसंपातौ राहुकेतुनामकौ । एतौ राहुकेतू न स्थिरौ । तयोर्वक्रगतिः पुरातनकालाद् विदितासीत्, यतोऽस्याः वक्रगतेर्ज्ञानं वेधेन सुसरलमासीत् । चन्द्रो यदा क्रान्तिवृत्तं कुम्भराशावुल्लङ्घयन् दृश्यते, अष्टादशमासानन्तरं मेषराशावुल्लङ्घयन् दृश्यते, अत एव राहुः केतुर्वा अष्टादशमासैरेकं राशिं पूर्वं गच्छति ।

राहुः केतुर्वा पुनस्तमेव राशिं ६७९३.५ दिनानन्तरे (१८$\frac{2}{3}$ वर्षान्तरे) आगच्छति, अर्थात् तयोर्भगणकालः १८$\frac{2}{3}$ वर्षमितः ।

(ख) संपातपरिवर्तनगतेः (परिवर्तनम्) असमगतिः

राहोर्भगणकालः १८$\frac{2}{3}$ वर्षमितः, परन्त्वस्य वक्रगतिः सर्वदा न समा । यदि सूर्यो राहोस्त्रिभान्तरे स्थितो वा, तर्हि राहोर्वक्रगतिर्मध्यमा । यदि सूर्यस्य राहोः योगान्तरं ४० अंशमितम् तर्हि वक्रगतिरतिमन्दा अतिशीघ्रा वा दृश्यते । वक्रगतेर्मध्यममानादाधिक्यं न्यूनत्वं वा $1^{\circ}40'$ मितान्तरिकं भवति ।

(ग) कक्षानमनस्य परिवर्तनम्

कक्षावृत्तेन क्रान्तिवृत्ताद् यो कोण कल्प्यते (अर्थात् कक्षानमनम्) सोऽपि न स्थिर । कोणोऽय कदाचिद् वर्धते, कदाचिच्च हीयते । कक्षानमनस्य मध्यममान ५°८′ ४३″ अस्ति । सर्वाधिकमान ५° २०′ अशादिकम्, सर्वाल्पमानञ्च ४°५७′ अशादिकम् । अस्य आवृत्तिकाल १७३ दिनमित ।

(घ) उत्केन्द्रताया परिवर्तनम्

कक्षावृत्तस्य उत्केन्द्रता ०·०५४९ मितास्ति, परन्तस्यामपि काले काले परिवर्तनानि दृश्यन्ते । कदाचिदिय वर्धते, कदाचिच्च हीयते । हानिर्वृद्धिश्च कदापि ०·०११७ मितादधिका न ।

(ङ) नीचबिन्दो परिवर्तनम्

चन्द्रकक्षावृत्तस्य नीचबिन्दु प्रतिदिन ४०१ विकलामितया ऋजुगत्या चलति । नक्षत्राणा भूमिकायामय ३२३२ $^{\text{दि}}$ ११ $^{\text{हो}}$ १४ $^{\text{मि}}$ समयानन्तर (८ $^{\text{वर्ष}}$ ३११ $^{\text{दि}}$ समयानन्तर) पुन पूर्वस्थानमागच्छति । मेषसम्पातस्य भूमिकायामय ३२३१ $^{\text{दि}}$ ८ $^{\text{हो}}$ ३५ $^{\text{दि}}$ काले परिक्रमण करोति ।

(च) नीचबिन्दुपरिवर्तनस्य परिवर्तनम् (असमगति)

नीचबिन्दोरुपरि कथित परिवर्तनमपि समगत्या न भवति । असमगत्या परिभ्रमणशीलत्वाद् भोगांशेषु सर्वाधिकमन्तर १२°२० अशादिक लभ्यते ।

एव चन्द्रस्य गते स्थिराङ्का सर्वे चला ।

२·७२ चन्द्रस्य स्थितिनिर्णय

प्रथम मध्यमगत्या परिभ्रमतो मध्यमचन्द्रस्य स्थितिर्निश्चीयते, ततस्तत्र निम्नासस्कारा क्रियन्ते—

(१) मन्दफलसस्कार (Equation of centre)

चन्द्रस्य दीर्घवृत्ताकारकक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता ०·०५४९ मितास्ति, अत एव केप्लर नियमानुसार कक्षावृत्ते भ्रमतश्चन्द्रस्य स्थितिर्मध्यमगत्या परिभ्रमतो मध्यमचन्द्रस्य स्थिते नितान्त भिन्ना । सस्कारोऽय काल्पनीकरणसस्कारवद् दृश्यते ।

उच्चे नीचे च मध्यमचन्द्र स्पष्टचन्द्रश्च युगपद् दृश्येते । नीचस्थिते सप्ताहानन्तर स्पष्टचन्द्रो मध्यमचन्द्रात् ६°१७′ अंशादिकेन अग्रे भवति, उच्चस्थितौ मध्यमचन्द्रो विस्पष्टचन्द्रादभिन्नो भवति । तत्पश्चाद् मध्यमचन्द्र स्पष्टचन्द्रस्याग्रे चलति । नीचस्थानस्य सप्ताहपूर्वं म स्पष्टचन्द्रस्य ६°१७′ अशादिकेन अग्रे दृश्यते । नीचस्थाने च द्वावभिन्नौ भवत ।

अस्य समीकरणं निम्नम्—

$$\text{चन्द्रमन्दफलं} = \frac{e \text{ ज्या } nt}{2} [4 - 50 \text{ कोज्या } nt] + \frac{13}{12} e^2 \text{ ज्या } 2 nt^1$$

(२) च्युतिफलम् (Evection)

मन्दफले काले काले परिवर्तनानि दृश्यन्ते। कदाचिदिदं गणितागतमानादधिकम्, कदाचिच्चाल्पम्। चन्द्रस्य मध्यममन्दफलं ६°१७′ मितमस्ति। मध्यममन्दफले च्युतिफलं सङ्कल्य्य विकल्य्य वा मध्यस्पष्टचन्द्रयोरन्तरं लभ्यते। च्युतिफलं कदाचिदपि ५°२′ अंशादिकादल्पम्, ७°३१′ अंशादिकादधिकं न भवति। अस्य मानमपेक्ष्यते—

- (क) नीचात् चन्द्रस्य दूरत्वम्
- (ख) भुवः सूर्याद् दूरत्वम्
- (ग) उत्केन्द्रितायाः परिवर्तनम्
- (घ) नीचभोगांशाना परिवर्तनम्।

च्युतिफलस्य महत्तममानं ७४′ कला अस्ति। अस्य समीकरणं निम्नम्—

$$\text{च्युतिफलम्} = 74' \text{ ज्या } (2 E - O)$$

[अत्र E = इनान्तरम् = मध्यमचन्द्रस्य O नीचात् कोणीयान्तरम्।]

च्युतिफलस्य आवृत्तिकालः ३१.८१ दिनानि।

(३) वार्षिकसमीकरणम् (Annual Equation)

भूः (भुवा सह चन्द्रः) सूर्याद् नानाकालेषु दूरत्वे वर्तते, अत एव सूर्यश्चन्द्रं नाना कालेषु नानामानया आकर्षति। भूनीचस्थाने भुवा सह चन्द्रः सूर्यस्य समीपतमः, अत एव तदा सूर्यस्तं सर्वाधिकमानया आकर्षति। भूच्चस्थाने भुवा सह चन्द्रः सूर्याद् दूरतरः, अत एव तदा सूर्यस्तं सर्वाल्पमात्रया आकर्षति। अत एव भूनीचसमीपवर्तिषण्मासेषु कक्षावृत्ते चन्द्रस्य गतिर्मध्यमगतेरल्पा, भूच्चसमीपवर्तिषण्मासेषु कक्षावृत्ते चन्द्रस्य गतिर्मध्यमगतेरधिका दृश्यते। समीकरणमेवम्—

$$\text{चन्द्रस्य स्पष्टभोगांशाः} = \text{मध्यमभोगांशाः} - (11' 16'') \text{ ज्या } \theta$$

[अत्र θ = भूनीचात् सूर्यस्य कोणीयान्तरम्।]

एवं वार्षिकसमीकरणजनितनिसारो भूनीचे भूच्चे च शून्यमितो भवति।

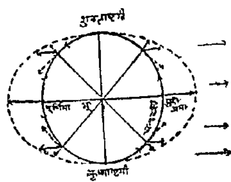
(४) 'वेरियेशन' (Variation) पाक्षिकसंस्कारः

सूर्यो भुवं चन्द्रं च आकर्षति। आकर्षणं च दूरत्वापेक्षि। अत एव नानाकालेषु ए

---

1. e=उत्केन्द्रिता
   nt=चन्द्रस्य मध्यमकेन्द्रम् (चन्द्रोच्चं मध्यमचन्द्रम्)
   १० .

नानामात्रया चन्द्रमाकर्षति । अमावस्यायां चन्द्रो भुवोऽपेक्षया सूर्यस्य समीपतरः । अत एव तदा सूर्यश्चन्द्रमधिकमाकर्षति, भूचन्द्रयोरन्तरञ्च वर्धते । पूर्णिमायां भूः चन्द्रापेक्षया सूर्यस्य समीपतरा वर्तते । अत एव तदा सूर्यो भुवमधिकमाकर्षति, भूचन्द्रयोरन्तरञ्च वर्धते । अष्टम्याञ्च सूर्यात् चन्द्रस्य भुवश्च दूरत्वं समम् । एवं शुक्लपक्षस्य पूर्वार्धे गतिर्मन्दतां भजते, उत्तरार्धे च त्वरतां भजते, कृष्णपक्षस्य पूर्वार्धे मन्दतां लभते, उत्तरार्धे च त्वरतां लभते । विकारोऽस्य ३९′ ज्या २ E–तुल्यः (अत्र E =इनान्तरम्) ।



पाक्षिकसंस्कार

(५) बीजसंस्कारः

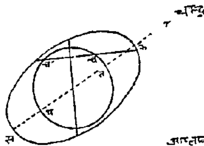
उपरि चत्वारो मुख्यसंस्कारा दत्ताः, परन्तु तैः संस्कृतायां स्थित्यामपि बीजसंस्कारः प्रयुज्यते ।

एवं चन्द्रस्थितिगणना अतिदुष्करा, 'हैन्सन' 'ब्राउन' महोदयाभ्यां सारिणीभिरेव क्रियते ।[1]

३·८ आप्लावाः

३.८१ कारणम्

समुद्रे प्रतिदिनं द्विवारमाप्लावो दृश्यते । आप्लावानां हेतुश्चन्द्रकिरणा एवेति प्राचीनकालात् प्रसिद्धिः । परं सर्वप्रथमं न्यूटनमहोदयेन स्वगुरुत्वाकर्षणसिद्धान्तसमर्थनार्थमाप्लावानां विशेषाध्ययनं कृतम् । आप्लावव्याख्यायाः सुबोधकरणाय कल्प्यते यत् पृथिवी पूर्णतया गोलाकारा,



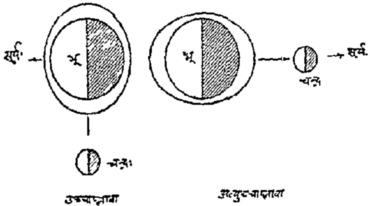
आप्लावानां हेतुः चन्द्राकर्षणमेव

1. द्रष्टव्यं 'चन्द्रगणना'पुस्तकं हिन्दीभाषायां डा०गोरखप्रसादकृतम् ।

तस्या उपरि गहना समुद्राश्च सन्ति। चन्द्र क भागस्य समुद्रजलं त भागस्य भूपृष्ठापेक्षया अधिकमाकर्षति, थ भागस्य भूपृष्ठञ्च स भागस्य समुद्रजलापेक्षया अधिकमाकर्षति। अनेन समुद्रा दीर्घवृत्ताकारा भवन्ति। दीर्घवृत्ताकारत्वात् समुद्रे आप्लावा दृश्यन्ते। पुनश्च च स्थाने यदि आप्लाव उच्चोऽस्ति, तर्हि भ्रमेण द्वादशहोरानन्तरं च स्थानं (चित्रे च स्थान) प्राप्स्यति, तत्र च द्वितीयमाप्लावं लप्स्यते। आप्लावोऽयं पूर्वाप्लावाद् निम्नो भविष्यति।

३.८२ अत्युच्चाप्लावा, उच्चाप्लावाश्च

यथा चन्द्राकर्षणेन आप्लावा भवन्ति तथैव सूर्याकर्षणेन। सूर्यस्य दूरत्वं चन्द्रदूरत्वापेक्षया अतिदीर्घम्, अत एव सूर्यस्याकर्षणं चन्द्राकर्षणापेक्षयाऽल्पम्, केवलं चन्द्राकर्षणस्य $\frac{५}{११}$ अंशमितम्। पूर्णिमायाममावस्यायाञ्च सूर्यचन्द्रावेकस्यामेव दिशायां तिष्ठतः, अत एव द्वयोराकर्षणयो र्योगश्चन्द्राकर्षणस्य ($\frac{५}{११}$ + $\frac{११}{११}$ =) $\frac{१६}{११}$ गुणितो भवति। अष्टम्यां तु सूर्यचन्द्रयोः कोणीयान्तरं



उच्चाप्लावा अत्युच्चाप्लावा

अतुर्थचित्रदर्शिताकारवत्, अन्ततः पिण्डः पृथिव्याः पृथगभवत् । तदा चन्द्रो भुवः समीपं



—चन्द्रोत्पत्तिः



(¹⁄₂१०००० क्रोशार्धदूरत्वे) आसीत्, तयोश्चाक्षभ्रमणकालः ५-होरामित आसीत् ।

विशेषद्रष्टव्यानि

चन्द्रकलानां हानिवृद्धी सूर्याधीने इति[1] निश्चितं मतमासीत् पूर्वाचार्याणाम् । तेषां ग्रन्थेषु कलामानं चन्द्रोदयास्तकालानयनं शृङ्गोन्नतिमानञ्च विस्तरेण शृङ्गोन्नत्यधिकारे गण्यते । यथा कलामानमेव गण्यते—

सूर्योनशीतगोर्लिप्ताः शुक्लं नवशतोद्धृताः ।
चन्द्रबिम्बाङ्गुलाभ्यस्तं हृतं द्वादशभिः स्फुटम् ॥ (सूर्यसिद्धान्ते, १०-९)

चन्द्रग्रहणाध्यायेषु चन्द्रबिम्बव्यासयोजनानि गण्यन्ते । राहुकेतू द्वयोः क्रान्तिवृत्त-चन्द्रकक्षावृत्तसंपातयोर्विन्दू इति तेषां ज्ञानमासीत् । श्रीपतिकृतसिद्धान्तशेखरे ग्रहर्क्षोऽध्याये राहुनिराकरणं (राहुः कोऽपि राक्षसो नेति) क्रियते । तयोर्वक्रगतिरपि प्रसिद्धासीत् ।

चन्द्रस्थितिनिर्णयार्थमधुना ४० संस्काराः क्रियन्ते । एषां मुख्याः पञ्च एव । एषां मन्दफलसंस्कारः प्राचीनज्योतिर्विदां सुविदित आसीत् । मुञ्जालेन स्वीकृतौ द्वावन्यौ संस्कारौ, यौ आधुनिकानां च्युतिसंस्कारपाक्षिकसंस्कारसमौ दृश्येते । नित्यानन्देनापि पाक्षिकसंस्कार उररीकृत आसीत् । चन्द्रशेखरसामन्तेनापि स्वतन्त्ररूपेण वेधैस्त्रयाणां संस्काराणामावश्यकता दृष्टा । ते आधुनिकानां 'च्युतिसंस्कार'-'वार्षिकसमीकरणसंस्कार'-'पाक्षिकसंस्कारे'भ्योऽभिन्ना एव ॥

---

[1] भास्कराचार्येणोक्तम्—

तरणिकिरणसङ्गादेष पीयूषपिण्डो दिनकरदिशि चन्द्रश्चन्द्रिकाभिश्चकास्ति ।
तदितरदिशि बालाकुन्तलश्यामलश्रीर्घट इव निजमूर्तिच्छाययैवातपस्थः ॥

चतुर्थोऽध्यायः

[शशिदिवाकरयोर्ग्रहपीडनं प्राकृतजनानां सुतरामाश्चर्यविषयः । कथमेतदित्यत्र द्रष्टव्यम्]

ग्रहणम् आच्छादनं संक्रमणञ्च

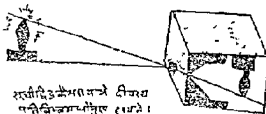
खगोलीयपिण्डस्य दृश्यत्वे द्वितीयखगोलीयपिण्डकृतव्यवधानं ज्योतिर्विद्भिर्ग्रहणमुच्यते। ग्रहणानि द्विविधानि—प्रथमविधे आच्छादकपिण्डः दर्शक आच्छाद्यपिण्ड मध्ये आपतति, आच्छादकपिण्डस्य मध्यवर्तित्वाद् आच्छाद्यपिण्डस्य दृश्यत्वे पूर्णतया आंशिकरूपेण वा व्याघातो भवति। द्वितीयविधे आच्छादकपिण्डः सूर्य-आच्छाद्यपिण्डमध्ये आपतति। आच्छाद्य पिण्डः खलु दृश्यते, परन्तु व्यवधानरूपाच्छादकपिण्डस्य मध्यवर्तित्वाद् रविकरनिकरा न प्राप्नुवन्त्याच्छाद्यपिण्डतलम्, सूर्यकिरणाभावे च सम्मुख वर्तमानोऽपि पिण्डोऽप्रकाशितत्वाद् न दृश्यते। प्रथमविधे सूर्यग्रहणं चन्द्रनक्षत्राच्छादनं बुधशुक्रयोः सूर्यसंक्रमणं द्विनक्षत्रस्य नक्षत्रयोरदृश्यत्वञ्च गण्यन्ते। द्वितीयविधे चन्द्रस्य गुरोरुपग्रहाणाञ्च ग्रहणानि गण्यन्ते।

४.१ ग्रहणाध्ययने प्रयुक्ताः प्रकाशनियमाः

प्रकाशकिरणानामध्ययनं भौतिकशास्त्रे द्विविधम्—रेखागणितीयसिद्धान्तानामध्ययनम्, भौतिकसिद्धान्तानामध्ययनञ्च। रेखागणितीयप्रकाशविज्ञाने प्रकाशकिरणानां गतिः, तत्सम्बन्धि नियमाश्च निश्चीयन्ते, भौतिकप्रकाशविज्ञाने च प्रकाशस्य भौतिकगुणाः (भौतिकस्वरूपं वा) निश्चीयन्ते। ग्रहणाध्याये रेखागणितीयप्रकाशविज्ञानस्य पदे पदे आवश्यकतानुभूयते, अत एव संक्षेपेण प्रमुखा नियमा अधो दीयन्ते।

(१) प्रकाशकिरणाः सदैव सरलरेखायां गच्छन्ति

प्रकाशकिरणानां गतिः सर्वदा सरलरेखायां भवति। अन्धकारपूर्णकक्षे यदि सूर्यरश्मयः कपाटच्छिद्रेण आयान्ति, तर्हि रजःकणैः प्रकाशमार्गः स्पष्टतो दृष्टिगोचरो भवति। मार्गोऽयं सरल

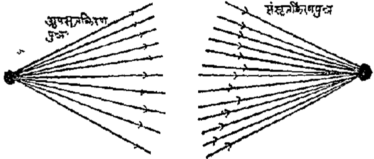

सूचीछिद्रकैमरामध्ये दीपस्य प्रतिबिम्बमधोमुखं भवति।

रेखा, अत एव किरणाः सरलरेखायामागच्छन्ति (प्रयोगोऽयमतिसरलः, अवश्यञ्च करणीयः)।

सूचीछिद्रकैमरायन्त्रेणापि सरलरेखागमनं सिद्ध्यति। सूचीछिद्रकैमरायन्त्रे सर्वदा विपरीतच्छाया दृश्यते।

(२) छायानिर्मितिः

(अ) किरणानां समूहः किरणपुञ्जः कथ्यते। यदि किरणाः कस्माच्चिद् बिन्दोः



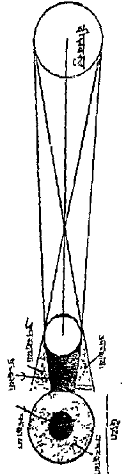
(बिन्दुविशेषात्) अपसार्यमाणा दृश्यन्ते, तर्हि किरणपुञ्जोऽपसृतकिरणपुञ्जः प्रोच्यते। यदि च किरणा बिन्दुविशेषे संसरन्ति, तर्हि संसृतकिरणपुञ्जः प्रोच्यते।

(आ) दीप्तवस्तुनः प्रत्येकबिन्दोः किरणा अपसरन्ति । यदि दीप्तवस्तु अतिदूरवर्ति, तर्हि किरणाः समानान्तरा भवन्ति ।

(इ) दीप्तबिन्दुनि सृतेऽपसृतकिरणपुञ्जे यदि कोऽपि पदार्थो व्यवधानरूपेणायाति, तर्हि तस्य पदार्थस्य छाया अपसृता असीमिता च भवति (द्रष्टव्यं ७८ पृष्ठस्य द्वितीयं चित्रम्) ।

(ई) दीप्तवस्तुनि सृतकिरणपुञ्जे यदि कोऽपि पदार्थो व्यवधानरूपेणापतति, तर्हि तस्य पदार्थस्य द्वे छाये भवत —प्रथमा अल्पा घनतरा च, द्वितीया च दीर्घा पर विरलतरा । प्रथमा प्रच्छाया कथ्यते, द्वितीया च उपच्छाया कथ्यते । (द्रष्टव्यमत्रत्य चित्रम्)

(उ) दीप्तवस्तुनो लघुतरस्य पदार्थस्य छायापि द्विविधा । प्रच्छाया ससृता सूचीमुखा, उपच्छाया च अपसृता ।



(३) सौरमण्डले ग्रहाणामुपग्रहाणाञ्च छाया

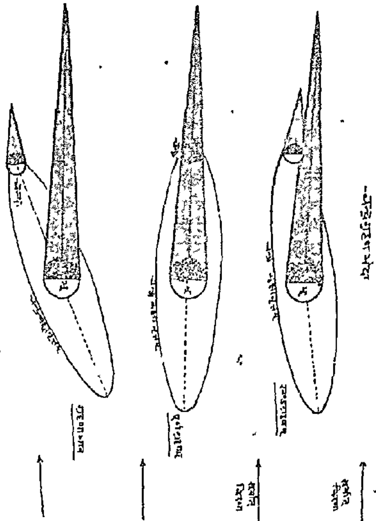
सौरमण्डलीयानां सर्वेषां ग्रहाणामुपग्रहाणाञ्च छाया महाकाशे निर्मीयते । सूर्याल्लघुत्वादेषां ससृता तमोमयी सूचीरूपा छाया भवति, सूच्यग्रभागश्च सदैव सूर्याद् दूरतरं भागे वर्तते । एषा छाया तावद्दूरस्था यावन्न कश्चित्पिण्ड स्तस्यामापतति, आपत्य च स्वतन्त्रं तमोमयं न करोति । यतश्चन्द्रो भूश्च सौरमण्डले पिण्डौ । चन्द्रस्य छाया भुवि पतति, भुवश्च छाया चन्द्रे पतति, सूर्यचन्द्रग्रहणे चैव भवत ।

४.२ चन्द्रग्रहणम्

४.२१ कारणम्

भूरेकोऽग्रह एव, क्रान्तिवृत्ते च सा सूर्यं परितो भ्रमति । अत एव तमोमयी सूच्याकारा भुवश्छाया (भूभा) सूर्यविपरीतदिशायां सूर्यबिम्बात् षड्भान्तरे सदैव पतति । यदि कदाचित् स्वकक्षायां परिभ्रमन् चन्द्रस्तां भूभासूचीं प्रविशति, चन्द्रबिम्बस्य सूर्यकिरणोपलब्धप्रकाशाभावात्तत्र प्रकाशहीनत्वं जायते, तदेव लोके चन्द्रग्रहणमुच्यते । यतश्चन्द्रग्रहणावसरे चन्द्रो भूभायां प्रविशति, भूभा च सर्वदा सूर्यबिम्बकेन्द्रात् षड्भान्तरे वर्तते, अत एव चन्द्रस्यापि सूर्यबिम्बकेन्द्रात् षड्भान्तरे स्थितिरावश्यकी । ईदृशी षड्भान्तरे स्थितिः पूर्णिमान्त एव भवति, अत एव पौर्णमास्यामेव चन्द्रग्रहणं भवति ।

परन्तु प्रतिपौर्णमास्यन्ते ग्रहणं न दृश्यते । अत्र चन्द्रपरिक्रमणमार्गस्य क्रान्तिवृत्तात् प्रवणता (चन्द्रकक्षानमनम्) एव हेतुः । भूमा सर्वदा क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, परन्तु चन्द्रो यस्मिन् वृत्ते भ्रमति तस्य क्रान्तिवृत्तात् कोणीयान्तर ५°९' अंशादिकमितमस्ति । चन्द्रकक्षाया चन्द्रो मासार्धं क्रान्तिवृत्तस्योत्तरेण, मासार्धञ्च क्रान्तिवृत्तं दक्षिणेन भ्रमति, द्विवारञ्च प्रतिमासं क्रान्तिवृत्तमतिक्रामति । अनुच्छेदे ३.७१ तमे वर्णितं यत् चन्द्रकक्षा क्रान्तिवृत्तयोः सम्पातौ राहुकेतू ।



यतश्चन्द्रग्रहणावसरे चन्द्रो भूभाया प्रविशति, भूभा च सर्वदा क्रान्तिवृत्ते वर्तते, अत एव चन्द्रस्यापि क्रान्तिवृत्ते उपस्थितिरावश्यकी। चन्द्रस्य क्रान्तिवृत्ते स्थिति राहुकेत्वोर्भवति, अत एव चन्द्रग्रहण तदैव भवति यदा चन्द्रो राहुकेत्वोस्तिष्ठति।

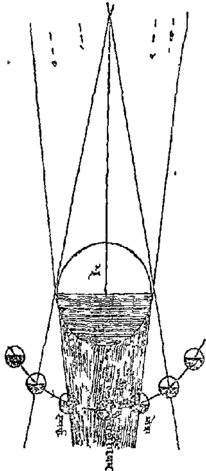
एव चन्द्रग्रहण तदैव भवति यदा—

(१) पूर्णिमा वर्तते,

(२) चन्द्रश्च राहुकेत्वो, राहुकेत्वो समीपे वा भवति।

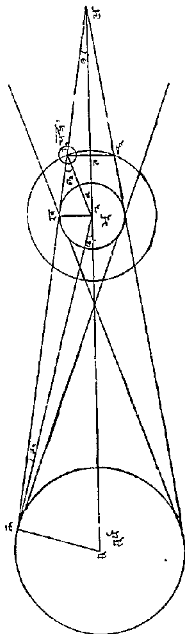
४ २२ चन्द्रग्रहणभेदा

यदि चन्द्र स्वकक्षाया परिभ्रमन् भूभासूचीमेव प्रविशति यत्तस्य पूर्ण मण्डल तमोमय्या छायाया वर्तते, तर्हि पूर्ण चन्द्रग्रहण कथ्यते। यदि स केवलमांशिकरूपेण प्रविशति, अर्थादतिक्रमणे सदैव कश्चिद् भाग प्रकाशवान् एव वर्तते, तर्हि खण्डचन्द्रग्रहण कथ्यते।
(द्रष्टव्य चित्र ८० तमे पृष्ठे)



४ २३ भूभाछायामलिकमणम्

यदा चन्द्रग्रहण भवति तदा चन्द्रो भ्रमन् शनै शनै भूमाया उपच्छायाया प्रविशति। उपच्छायाया चन्द्रालोको धूमिलो भवति, परन्तु क१ — समीपभागागता किरणा पर्याप्त चन्द्र प्रकाशयन्ति ग्रहणस्य आभासमात्रमपि न विद्यते। ग्रहण तदैव



प्रतीयते यदा चन्द्रः प्रच्छायायां प्रविशति। शनैः शनैश्चन्द्रस्य कश्चिद् भागस्तमोमयो भवति, ततस्तमोऽपि च वर्धते। पूर्णग्रहणे पूर्णतया चन्द्रो लुप्तो भवति। ततः कश्चिद् भागः प्रकाशतां याति। चन्द्रः प्रच्छायाया निर्गत्य उपच्छायायामायाति, पुनश्छायाया बहिर्निर्गच्छति[1]।

४.२४ चन्द्रकक्षायां भूभाव्यासानयनम्

अत्र सूर्यकेन्द्रः 'सू', भूकेन्द्रः 'भू', चन्द्रकेन्द्रः च₁ सन्ति। भूभाशृङ्गम् अ स्थाने वर्तते। चन्द्रकक्षायां भूभाव्यासः च₁ च₂, भूभाव्यासार्धं च च₁ त दृश्यते। ∠ स क भू कोणः सूर्यस्य लम्बनं ल₁ अस्ति। स च₁ भू कोणश्चन्द्रस्य क्षैतिजलम्बनं ल₂ अस्ति। सूर्यस्य बिम्बव्यासार्धं क भू सू कोणः बि₁ अस्ति। अत्र भूभाव्यासार्धस्य मानं निश्चेतव्यम्।

कल्प्यते च₁ भू त कोणः (भूभाव्यासार्धं) α अस्ति।

क भू अ त्रिभुजे बहिःकोणः क भू सू = अन्तःकोणद्वययोगः

= ∠ अ क भू + ∠ क अ भू

1. पूर्णग्रहणेऽपि चन्द्रः किञ्चिद्रक्तमिव पाटलितवर्णश्च दृश्यते। सूर्यास्ते सूर्योदये वा क्षितिजलग्ने सूर्येऽपि चन्द्रग्रहणदर्शनं भवति। वायुमण्डले प्रकाशकिरणानां वर्तनादिदं सर्वं भवति।

अर्थात् $वि_1 = ल_1 + \theta$

$च_1$ भू अ—त्रिभुजे बहि कोण $कच_1भू$ = अन्तःकोणद्वययोग

$= \angle च_1 अ भू + \angle च_1 भू अ$

अर्थात् $ल_2 = \theta + \alpha$

अत एव $\theta = वि_1 - ल_1$ (प्रथमसमीकरणात्)

$= ल_2 - \alpha$ (द्वितीयसमीकरणात्)

अत एव $वि_1 - ल_1 = ल_2 - \alpha$

अर्थात् $\alpha = ल_2 + ल_1 - वि_1$

सामान्यतया $ल_1 = ०'८''८$

$ल_2 = ५७'२''७$

$वि_1 = १५'५९''६३$

अत एव α = ४१'१०''—९ अत एव[२] α = भूमाव्यास = ८२'२१''+८

(इदमेव कर्तव्यमासीत्)[१]

४·२५ भूभादैर्घ्यम्

भूभादैर्घ्यं चित्रे 'भूअ' अस्ति। 'भू अ' अस्य मानमेव निर्णीयते—

तृतीयमाने ज्ञातमेव यत् $\frac{\text{भूव्यासार्धं}}{\text{भूभादैर्घ्यम्}} = \frac{\theta''\ (\text{विकलामाने})}{२०६२६५''}$

अर्थात् $\text{भूभादैर्घ्यम्} = \frac{\text{भूव्यासार्धं} \times २०६२६५''}{\theta''\ (\text{विकलामाने})}$

उपरिवर्त्यनुच्छेदस्य प्रथमसमीकरणात्

$\theta = वि_1 - ल_1 = १५'५९''६३ - ८''८$

$= ९५९''६३ - ८''८$

$= ९५०''८$

अत एव $\text{भूभादैर्घ्यम्} = \frac{४००० \times २०६२६५}{९५०\ ८}$

= ८६७८०० क्रोशार्धानि।

४·२६ ग्रहणस्थितिकाल

चन्द्र एकस्या होराया ३२'५६'' कोणीयान्तरमुल्लङ्घयति, अत एव भूभाया उल्लङ्घन स प्रायो होरात्रयं करोति। भूभाया पूर्णग्रहणे पूर्णग्रहणस्थितिकाल $\frac{२\alpha - ३१'}{३२'५६''} = १\frac{३}{४}$ होरामित।

भूभादैर्घ्यं ८,६७,८०० क्रोशार्धानि। चन्द्रस्य भुवा दूरत्व केवल २,४०,००० क्रोशा

---

१ उपच्छायाया व्यासमानं गणनया २ $(ल_1 + ल_2 + वि_1)$=१४६' २२''१ मितमागच्छति।

यानि, अत एव असम्भवमिदं यत् चन्द्रकक्षा भूभाया बहिर्भवेत् । अत एव राहुकेतुसमीपवर्ति-पौर्णमास्यां चन्द्रग्रहणमवश्यं दृश्यते ।

४.३ सूर्यग्रहणम्

४.३१ कारणम्

निजकक्षायां भ्रमतश्चन्द्रस्य तमोमयी सूच्याकारा छाया सूर्यप्रतिमुखदिशायां सदैव पतति । यदि कदाचिद् भूश्चन्द्रछायामापतति, तर्हि चन्द्रो भूपृष्ठस्थदर्शकसूर्ययोर्मध्ये व्यवधानरूपेण तिष्ठति । सूर्यश्च तदा न दृश्यते व्यवधानभावात्, यथा मेघावृतः सूर्यो न दृश्यते । ईदृशमदर्शनं सूर्यस्य सूर्यग्रहणमुच्यते । यतः सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रो भूसूर्ययोर्मध्ये तिष्ठति, ईदृशी च स्थितिरमावस्यायां भवति, अत एवामावस्यायामेव सूर्यग्रहणं भवति ।

परन्तु प्रत्येकस्याममावस्यायां ग्रहणं न दृश्यते । अत्र चन्द्रग्रहण इव चन्द्रकक्षायाः क्रान्तिवृत्तात् नमनमेव कारणम् । सूर्यग्रहणमत एव तदैव सम्भवं यदा चन्द्रो राहुकेत्वोस्तिष्ठति ।

एवं सूर्यग्रहणं तदैव सम्भवम्, यदा—

(१) अमावस्या तिथिर्वर्तते ।

(२) चन्द्रश्च राहुकेत्वोः, राहुकेत्वोः समीपे वा तिष्ठति ।

४.३२ सूर्यग्रहणभेदाः

सूर्यग्रहणे चन्द्रबिम्बमाच्छादकम्, सूर्यबिम्बं चाच्छाद्यम् । साधारणोऽनुभवो जनानां यदाच्छादनमाच्छादकबिम्बव्यासम् आच्छाद्यबिम्बव्यासञ्च अपेक्षते । आच्छादकस्य आच्छाद्यादधिकत्वे (आच्छाद्यसमत्वेऽपि) एकत्र वर्तित्वे च पूर्णाच्छादनं भवति । आच्छादकस्य आच्छाद्यादल्पत्वे एकत्रवर्तित्वे च आच्छाद्यबिम्बमध्यं तु आच्छाद्यते, परन्तु बिम्ब-मध्याप्रकाशितभागाद् बहिर्भागः प्रकाशते वलयाकाररूपेण ।

पूर्णग्रहणं वलयाकार-ग्रहणञ्च

चन्द्रबिम्बव्यासः ३३′ ३२″ कलादिकमितात् २८′ ४८″ कलादिकमितो दृश्यते । सूर्यबिम्बव्यासश्च ३२′ ३६″ मितात् ३१′ ३२″ मितपर्यन्तं दृश्यते । अत एव चन्द्रबिम्बव्यासः सूर्यबिम्बात् कदाचिद् अधिकः, कदाचित् समः, कदाचिद् न्यूनो विद्यते ।



पूर्णग्रहणम्



वलयाकार-ग्रहणम्

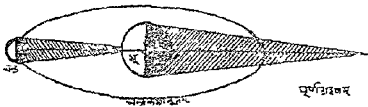
पूर्णग्रहणम्—पूर्णग्रहे सूर्यस्य बिम्बं पूर्णतया चन्द्रबिम्बेनाच्छाद्यते । चन्द्रे नीचे स्थिते ईदृशी स्थितिर्भवति ।

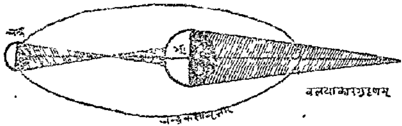
वलयाकारग्रहणम्—वलयाकारग्रहे बिम्बमध्यं सूर्यबिम्बमध्ये स्थित्वा वृत्ताकारं तेजो दृश्यते । तदपि उच्चस्थचन्द्रे भवति । चन्द्रे उच्चे स्थिते ईदृशी स्थितिर्भवति ।

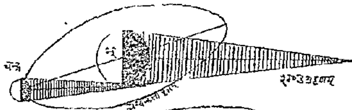
खण्डग्रहणम्—पूर्णग्रहणे वलयाकारग्रहणे च सूर्यकेन्द्र चन्द्रकेन्द्र लग्ना रेखैव भूपृष्ठस्थ-दर्शक सूर्यरेखा। परन्त्वीदृशी दशा सर्वदा न भवति। प्रायः सूर्यचन्द्रलग्नरेखायाः भूपृष्ठस्थ-दर्शक-केन्द्र-लग्नरेखा भिन्ना दृश्यते। अत एव चन्द्रबिम्बं सूर्यस्य भागं स्पृष्ट्वा निर्गच्छति, खण्डग्रहणञ्च भवति। सर्वेषां पूर्णग्रहणानां वलयाकारग्रहणानां च प्रारम्भा अन्ताश्च खण्डरूपेणैव भवन्ति।

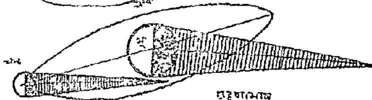
ग्रहणाभावः

यदि सूर्यचन्द्रलग्नरेखातो भूपृष्ठ सूर्यलग्नरेखा पर्याप्ता भिन्ना, तर्हि सूर्यग्रहणं न भवति। (द्रष्टव्यान्यधश्चित्राणि)—



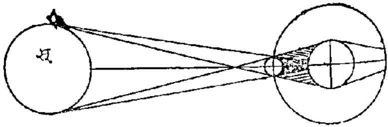






४.३३ चन्द्रभाया अतिक्रमणम्

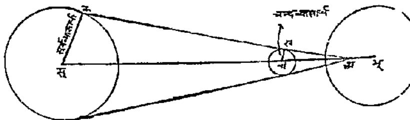
सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रस्य उपच्छाया प्रच्छायापूर्वं भुवि पतति । उपच्छायाया भूपृष्ठस्थमनुज सूर्यस्य खण्डग्रहण पश्यति । पुन शनै शनै प्रच्छाया भुवि पतति । प्रच्छायापतने पूर्णग्रहण



भवति, दिवैव पूर्णान्धकारो दृश्यते, नक्षत्राण्याकाशेऽवलोक्यन्ते, पक्षिणो रव कुर्वन्त स्वनीडेषु प्रविशन्ति, पशवोऽसमये रात्रिमालोक्य व्याकुला भवन्ति । परन्तु तमिस्रेय क्षणिका । प्रच्छाया झटिति भुवमुल्लङ्घयति । उपच्छायाया पुन खण्डग्रहण दृश्यते । तत उपच्छायापि भुवमुल्लङ्घयति । ग्रहणस्य मोक्षो भवति ।

पूर्णसूर्यग्रहणस्य ज्योतिर्विद्यायामतिमहत्ता वर्तते । विज्ञानविदो दूरदेशेभ्यस्तत्र सम्मिलिता भवन्ति, यत्र पूर्णग्रहण दृश्यमान भवति । तत्र क्षणिकान्धकारे सूर्यवर्णमण्डलस्य सूर्यप्रभामण्डलस्य च वैज्ञानिकपरीक्षणानि क्रियन्ते । सापेक्षवादस्य ('आइन्सटाईन' महोदयमतस्य) सत्यता स्थापन क्रियते ।

४.३४ चन्द्रभाव्यासस्य चन्द्रभादैर्घ्यस्य चानयनम्



चन्द्रभादैर्घ्यं चित्रे च अ अस्ति । चित्रे क सू अ त्रिभुजं ख च अ त्रिभुज परस्पर सजातीयत्रिभुजे, अत एव

$$\frac{\text{क सू}}{\text{ख च}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}} \quad \text{अर्थात्} \quad \frac{\text{सूर्यव्यासार्ध}}{\text{चन्द्रव्यासार्ध}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}}$$

अ सू च अच–चसू–योगतुल्य, अर्थात् असू = अच + चसू

$$\text{अत एव } \frac{\text{सूर्यव्यासार्धः}}{\text{चन्द्रव्यासार्धः}} = \frac{\text{अ सू}}{\text{अ च}} = \frac{\text{अ च} + \text{च सू}}{\text{अ च}}$$

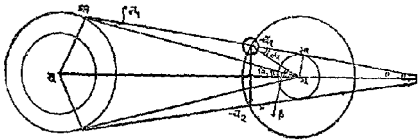
अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः) = (अ च) (चन्द्रव्यासार्धः) + (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)

अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः) − (अ च) (चन्द्रव्यासार्धः) = (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)

अर्थात् (अ च) (सूर्यव्यासार्धः − चन्द्रव्यासार्धः) = (च सू) (चन्द्रव्यासार्धः)

$$\text{अर्थाद् अ च} (= \text{चन्द्रभादैर्घ्यम्}) = \frac{\text{चन्द्रसूर्यान्तरं} \times \text{चन्द्रव्यासार्धः}}{\text{सूर्यव्यासार्धः} - \text{चन्द्रव्यासार्धः}}$$

चन्द्रकक्षाया व्यासमानानयनम्



§. समे दत्ते चित्रे यथा चिह्नानि तथा अत्र 'सू' क ख भू अ विद्यन्ते। चन्द्रकक्षाया व्यासार्धस्य आनयनमत्र कर्तव्यम्। अत्र $\frac{\text{च}_1 \text{ च}_2}{२}$ इष्टमानम्। कल्प्यते इदं B मितम्।

$\text{च}_1 \text{ भू अ त्रिभुजात्} \; B = \text{ल}_2 + \theta''$

$\text{क भू अ त्रिभुजात्} \; \text{वि}_1 = \text{ल}_1 + \theta \; \text{अर्थात्} \; \theta = \text{वि}_1 '' \text{ल}_1$

$\text{अत एव} \; B = \text{ल}_2 + \theta = \text{ल}_2 + (\text{वि}_1 - \text{ल}_1)$

$\qquad = \text{वि}_1 + \text{ल}_2 - \text{ल}_1$

$\text{सामान्यतया} \; \text{ल}_1 = ०' \; ८'' \; ८$

$\text{ल}_2 = ५७' \; २''.७$

$\text{वि}_1 = १५' \; ५९'' \; ६३$

$\text{अत एव} \; B = ७२' ५४''.३३$

$\text{अत एव} \; २B = \text{सूर्यग्रहणावसरे चन्द्रकक्षाव्यासः} = १४३' \; ४८''.६६$

चन्द्रसूर्यान्तरं चन्द्रस्य भुवश्च शिथिलमपेक्षते, अत एव परिवर्तनशीलम्। भुवः सूर्यस्य सर्वाधिकदूरत्वं ९,४४,००,००० कोशार्धानि, अल्पतमदूरत्वञ्च ९,१४,००,००० कोशार्धानि। चन्द्रस्य भुवः सर्वाधिकदूरत्वं २,५६,००० कोशार्धानि, अल्पतमदूरत्वञ्च २,२१,००० कोशार्धानि।

अत एव सर्वाधिकसूर्यचन्द्रान्तरं ९,४४,००,०००—२,२१,०००=९,४१,७९,००० क्रोशार्धानि, अल्पतमसूर्यचन्द्रान्तरं ९,१४,००,०००—२,५६,००० = ९,११,४४,००० क्रोशार्धानि ।

चन्द्रव्यासार्धमानं १०८० क्रोशार्धानि, सूर्यव्यासार्धमानञ्च ४,३२,००० क्रोशार्धानि । अत एव—

$$\frac{\text{चन्द्रव्यासार्ध}}{\text{सूर्यव्यासार्ध} - \text{चन्द्रव्यासार्ध}} = \frac{१०८०}{४३०९२९} = \frac{३}{११९७}$$

$$\text{एवं सर्वाधिकचन्द्रसूर्यान्तरे चन्द्रभादैर्घ्यम्} = \frac{९,४१,७९,००० \times ३}{११९७}$$

$$= २,३६,०७१ \text{ क्रोशार्धानि}$$

$$\text{एवञ्च सर्वाल्पचन्द्रसूर्यान्तरे चन्द्रभादैर्घ्यम्} = \frac{९,११,४४,००० \times ३}{११९७}$$

$$= २,२८,४३१ \text{ क्रोशार्धानि}$$

एवं सर्वाधिकचन्द्रसूर्यान्तरे भुवश्चन्द्रदूरत्वं २,२१,००० क्रोशार्धानि, चन्द्रभादैर्घ्यं २३६०७१ क्रोशार्धानि, सर्वाल्पचन्द्रसूर्यान्तरे भुवश्चन्द्रदूरत्वं २,५६,००० क्रोशार्धानि, चन्द्रभादैर्घ्यं २,२८,४३४१ क्रोशार्धानि

प्रथमावस्थायां चन्द्रभा भुवि २३६०७१–२२१००० = १५०७१ क्रोशार्धान्यन्तः प्रविशति, पूर्णग्रहणञ्च दृश्यते ।

द्वितीयावस्थायां चन्द्रभा भुवः २५६०००—२२८४३१ = २,७५६९ क्रोशार्धानि दूरं बहिर्वर्तते, वलयाकारग्रहणञ्च दृश्यते ।

४.४ सूर्यचन्द्रग्रहणानि

४.४१ सूर्यग्रहणचन्द्रग्रहणयोस्तुलना

दृश्यताविषयकतुलना

चन्द्रग्रहणं भुवोऽप्रकाशितगोलार्धस्य प्रत्येकभागाद् दृश्यते । सूर्यग्रहणं भुवः प्रकाशितगोलार्धस्य तस्मादेव भागाद् दृश्यते य उपच्छायायां प्रच्छायायां वा पतति । ईदृशो भागः पर्याप्तं सङ्कुचितः, अत एव चन्द्रग्रहणानि सूर्यग्रहणापेक्षयाऽधिकसंख्यायां दृश्यन्ते, यद्यपि तान्यल्पसंख्यायां भवन्ति ।

ग्रहणसंख्याविषयकतुलना

चन्द्रग्रहणे चन्द्रकक्षायां व्यासः (२α = ८८′) सूर्यग्रहणे चन्द्रस्थाव्यासाद् (2B = १४४′) अल्पः, अत एव चन्द्रग्रहणानां सम्भावना सूर्यग्रहणसम्भावनाया अल्पीयसी । अत एव सूर्यग्रहणानां संख्या चन्द्रग्रहणानां संख्याया अधिकतरा भवति (एकस्मिन् ग्रहणचक्रे १४ सूर्यग्रहणानि, २९ चन्द्रग्रहणानि च भवन्ति) ।

ग्रहणस्थितिकालविषयकतुलना

चन्द्रग्रहणे भूभाया व्यासश्चन्द्रकक्षायां सामान्यतः ५७०० क्रोशार्धानि भवति, अतश्चन्द्रो भूभां प्रायो होरात्रये उल्लङ्घयति । सूर्यग्रहणे च चन्द्रभाया (प्रच्छायायाः) भुवि

वास्तविकव्यासः ·१६७ क्रोशार्धमितः, अत एव प्रच्छाया अष्ट मिनटेभ्यः पूर्वमेव पृथिवीतल-मुल्लङ्घयति। एवं पूर्णचन्द्रग्रहणस्य स्थितिकालोऽधिकः, पूर्णसूर्यग्रहणस्य स्थितिकालो न्यूनः।

४.४२ ग्रहणसम्भावना

चन्द्रग्रहणसम्भवः

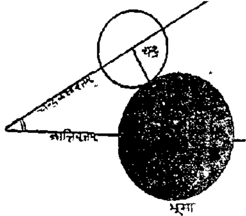
भूभा क्रान्तिवृत्ते भ्रमति, चन्द्रस्तु स्वकक्षायां भ्रमति। कल्प्यते त-स्थित्यां ग्रहणस्पर्श-स्थितिः। यतः स्पर्शारम्भो भवति, अतः—

आ क + क अ = अ आ

अर्थाद् भूभाव्यासार्धः+चन्द्रबिम्ब व्यासार्धः = अ आ[1]

पूर्वं ज्ञातमिदं यद् भूभा व्यासार्धः ∝ =४१′ १०.″९ चन्द्र-बिम्बव्यासार्धः = १५′ ३२″.५८

अत एव अ आ=४१′१०″·९+१५′ ३२″·५८″=५६′ ४३″



त-१स्थितिः

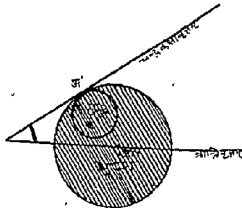
कल्प्यते थ-स्थित्यां पूर्ण-ग्रहणस्यारम्भः। अतः—

आ′क′−अ′क′=आ′अ′[2]

अर्थाद् भूभाव्यासार्धः — चन्द्रबिम्बव्यासार्धः = आ′ अ′

अर्थात् ४१′ १०″९ — १५′ ३२″.५८ = २५′ ३८″

अत एव ग्रहणं तदैव सम्भवं यदा चन्द्रकेन्द्र-बिम्बकेन्द्रान्तरं (चन्द्रस्य शरः) ५६′ ४३″ मितम्, ५६′४३″ मितादल्पं वा। पूर्णग्रहणे इदमन्तरं २५′ ३८″ मितमथवा न्यूनं भवति।



थ-१स्थिति

---

१. अ आ=$ल_1$+$ल_2$ − $वि_1$+$वि_2$ सामान्यमानानि $ल_1$=८″ $वि_1$ = १६′१८″ महत्तममानम्
$ल_2$ = ६०′ = १४′४१″ अल्पतममानम्

२. अ′ आ′ = $ल_1$ + $ल_2$ − $वि_1$ − $वि_2$ कक्षापमनम् = प = ५°२०′ महत्तममानम् $वि_2$ = १६′४१″ महत्तममानम् = ४°५०′ अल्पतममानम्=१४′४४″ अल्पतममानम्।

राहुकेत्वोर्निम्नतमसान्निध्यम्

राहुकेत्वोः कियति दूरे सूर्यस्तिष्ठेद् यदा चन्द्रग्रहणं भवेत् ! इति प्रश्नस्योत्तरे 'प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा', 'गौणी ग्रहणविषयकसीमा' च निरूचीयेते। चन्द्रग्रहणे प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा १२°५' मिता, गौणी ग्रहणविषयकसीमा च ९°३०' मिता। सूर्यराह्वोः सूर्यकेत्वोर्वा अन्तर यदि प्रधानाया सीम्नि, तर्हि चन्द्रग्रहणस्य सम्भावनामात्रं विद्यते। यदि गौण्यां सीम्नि, तर्हि चन्द्रग्रहणस्य निश्चयेन भवितव्यता विद्यते।

सूर्यग्रहणसम्भवः सीमा च

यथा पूर्वं चन्द्रग्रहणसम्भवो निश्चितः, तथैव सूर्यग्रहणसम्भवो निश्चीयते। सूर्यग्रहणं तदैव सम्भवं यदि चन्द्रकेन्द्र भूभाबिम्बकेन्द्रान्तर = चन्द्रबिम्बव्यासार्धः + चन्द्रलम्बनम्

—सूर्यबिम्बव्यासार्धः —सूर्यलम्बनम्

(बि₂ + ल₂ − बि₁ − ल₁)

= ८८' (मध्यमानम्)

पूर्णसूर्यग्रहणं तदैव सम्भवं यदा—

चन्द्रकेन्द्र भूभाबिम्बकेन्द्रान्तरं = चन्द्रलम्बनं + सूर्यबिम्बव्यासार्धः — चन्द्रबिम्बव्यासार्धं

— सूर्यलम्बनम्

= ल₂ + बि₁ − बि₂ − ल₁

= ५८' (मध्यमानम्)

सूर्यग्रहणे 'प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा' १८°३१' मिता, 'गौणी ग्रहणविषयकसीमा' च १५°२१' मिता। अत एव सूर्यराह्वोः सूर्यकेत्वोर्वा अन्तर यदि प्रधानाया सीम्नि (अर्थात् १८°३१ मितादल्पम्), तर्हि सूर्यग्रहणस्य सम्भावना विद्यते। यदि गौण्या सीम्नि (अर्थात् १५°२१' मितादल्पम्), तर्हि निश्चयेन भवितव्यता वर्तते।

४.४३ एकस्मिन् वर्षे ग्रहणानां संख्या

चान्द्रमासे २९½ दिनानि भवन्ति, अत एव पूर्णिमाया अमावस्यापर्यन्त $\frac{२९\frac{१}{२}}{२}$

= १४·७५ दिनानि भवन्ति। सूर्यश्च राहुं पुनः ३४६·६ दिनैः प्राप्नोति, अत एवैकस्मिन् पक्षे (चान्द्रपक्षे) $\frac{३६० \times १४·७५}{३४६·६}$ = १५°१८' गच्छति। इमां चन्द्रगतिम्, इमां सूर्यगतिञ्च, विभिन्ना ग्रहणविषयकसीमाश्च विचार्य ज्योतिर्गणैर्ग्रहणानां संख्या निश्चीयते। एकस्मिन् वर्षे द्वे सूर्यग्रहणे अवश्य भवतः। ग्रहणानामधिकतमा संख्या च सप्त अस्ति—पञ्च सूर्यग्रहणानि, द्वे चन्द्रग्रहणे, अथवा चत्वारि सूर्यग्रहणानि, त्रीणि च चन्द्रग्रहणानि।

४.४४ ग्रहणावृत्तिचक्रम् (सैरोस)

चान्द्रमासे २९·५३ दिनानि भवन्ति, राहोश्च युतिकालः ३४६·६२ दिनानि, अत एव ६५८५ दिनाना पश्चाद् राहु- केतुश्चन्द्रः सूर्यश्च सर्वे परस्परं पूर्ववद् भविष्यन्ति। यतः—

चन्द्रस्य २२३ भगणाः = ६५८५·३२ दिनानि
राहोश्च १९ भगणाः = ६५८५·७८ दिनानि

एवं ६५८५ = १८ व·११ दिनाना पश्चात् पूर्ववद् ग्रहणानि भविष्यन्ति।

अग्रे दीयते सारिणी ग्रहणावृत्तिचक्रद्वयान्तर्गतग्रहणानाम्। एकस्मिन् ग्रहणावृत्तिचक्रे

४१ सूर्यग्रहणानि २९ चन्द्रग्रहणानि च भवन्ति । सारिण्या स्पष्टीभविष्यति यत् प्रत्येकस्मिन् षष्ठे मासे ग्रहणानुकूलकालो भवति ।

४.४४ ग्रहणानां सारिणी

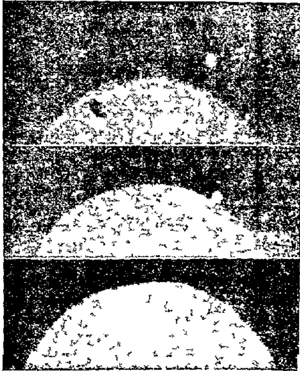
खिस्ताब्दः	उपराहु		उपकेतु	
	चन्द्रस्य	सूर्यस्य	चन्द्रस्य	सूर्यस्य
१९३२	मार्च २२	मार्च ७	सितम्बर १४	अगस्त ३१
१९३३		फरवरी २४		अगस्त २१
१९३४	जनवरी ३०	फरवरी १४	जुलाई २६	अगस्त १०
१९३५	जनवरी १९	{ जनवरी ५ फरवरी ३ दिसम्बर २५ }	जुलाई १६	{ जून ३० जुलाई २० }
१९३६	जनवरी ८	दिसम्बर १३	जुलाई ४	जून १९
१९३७	नवम्बर १८	दिसम्बर २		जून ८
१९३८	नवम्बर ७	नवम्बर २२	मई १४	मई २९
१९३९	अक्टूबर २८	अक्टूबर १२	मई ३	अप्रैल १९
१९४०		अक्टूबर १		अप्रैल ७
१९४१	सितम्बर ५	सितम्बर २१	मार्च १३	मार्च २७
१९४२	अगस्त २६	{ अगस्त १२ सितम्बर १० }	मार्च ३	मार्च १६
१९४३	अगस्त १५	अगस्त १	फरवरी २०	फरवरी ४
१९४४		जुलाई २०		जनवरी २५
१९४५	जून २५	जुलाई ९	दिसम्बर १९	जनवरी १४
१९४६	जून १४	{ मई ३० जून २९ }	दिसम्बर ८	{ जनवरी ३ नवम्बर २३ }
१९४७	जून ३	मई २०		नवम्बर १२
१९४८	अप्रैल २३	मई ९		नवम्बर १
१९४९	अप्रैल १३	अप्रैल २८	अक्टूबर ७	अक्टूबर २१
१९५०	अप्रैल २	मार्च १८	सितम्बर २६	सितम्बर १२
१९५१		मार्च ७		सितम्बर १
१९५२	फरवरी ११	फरवरी २५	अगस्त ५	अगस्त २०
१९५३	जनवरी २९	फरवरी १४	जुलाई २६	{ जुलाई ११ अगस्त ९ }
१९५४	जनवरी १९	{ जनवरी ५ दिसम्बर २५ }	जुलाई १६	जून ३०
१९५५	नवम्बर २९	दिसम्बर १४		जून २०
१९५६	नवम्बर १८	दिसम्बर २	मई २४	जून ८

खिस्ताब्द.	चन्द्रस्य	उपराहु	सूर्यस्य	चन्द्रस्य	उपकेतु	सूर्यस्य
१९५७	नवम्बर ७		अक्टूबर २३	मई १३		अप्रैल २९
१९५८			अक्टूबर १२			अप्रैल १९
१९५९			अक्टूबर २	मार्च २४		अप्रैल ८
१९६०	सितम्बर ५		सितम्बर २०	मार्च १३		मार्च २७
१९६१	अगस्त २६		अगस्त ११	मार्च २		फरवरी १५
१९६२			जुलाई ३१			फरवरी ५
१९६३	जुलाई ६		जुलाई २०	दिसम्बर ३०		जनवरी २५
१९६४	जून २५		{ जून १० जुलाई ९ }	दिसम्बर १९		{ जनवरी १४ दिसम्बर ४ }
१९६५	जून १४		मई ३०			नवम्बर २३
१९६६			मई २०			नवम्बर १२
१९६७	अप्रैल २४		मई ९	अक्टूबर १८		नवम्बर २
१९६८	अप्रैल १३		मार्च २८	अक्टूबर ६		सितम्बर २२

४.५ आच्छादनं संक्रमणञ्च

४.५१ आच्छादनम्

चन्द्रः पूर्वदिशां भ्रमन् प्रायेण देदीप्यमाननक्षत्राणां पुर आगच्छति, नक्षत्रं चाच्छादयति। एवंभूतो नक्षत्रलोप आच्छादनं कथ्यते। 'नाटिकल'पञ्चाङ्गे मुख्यतारकाणामाच्छादनानां गणनादयः पूर्वं दत्ता भवन्ति। सूर्यग्रहणवत् सर्वत्राच्छादनानि न दृश्यन्ते, विभिन्नस्थानेषु च विभिन्नकालेषु दृश्यन्ते।



ज्योतिर्गणिते आच्छादनानि परममहत्त्वपूर्णानि। आच्छादनानां धेधैः (१) चन्द्रस्य विपुवांशा रेखांशाश्च, (२) पार्थिवरेखांशाः, (३) चन्द्रस्य कक्षावृत्तम्, (४) सूर्यलम्बनम्, (५) नक्षत्राणां महांशाश्च बिम्बव्यासाश्च सूक्ष्मातिसूक्ष्मं निर्णीयन्ते।

४.५२ बुधशुक्रयोः संक्रमणानि

संक्रमणशब्दस्य विद्यते एकोऽन्यो दावर्थ:। साधारणतो लघुग्रहौ (बुधशुक्रौ) सूर्यबिम्बस्य उपर्यधो वा पक्षायां भ्रमतः, कक्षानतत्वात्। परन्तु यदि पातयोः तयोः क्रान्तिसम्पाते

विद्यते, तर्हि तौ सूर्यबिम्बस्य सङ्क्रमणं कुर्वन्तौ अवलोक्येते, अर्थात् तौ बिन्दुरूपेण गच्छन्तौ दृश्येते इदं (चन्द्रकृतसूर्यग्रहणमिव) ग्रहणं नोच्यते, यतो बुधबिम्बं शुक्रबिम्बं वाल्पपमितम्, न ते सूर्याच्छादनं सम्भवम्। अत एव सूर्यमण्डले केवलं सूर्यव्यासस्य $\frac{1}{3\textrm{०}}$ भाग व्यासमितकमे श्यामवर्णं बिम्बं तीव्रगत्या चलद् दृश्यते। (द्रष्टव्य § ७·१९ तमे दत्त फोटोचित्रम्)

बुधसङ्क्रमणस्य शुक्रसङ्क्रमणस्य दिनाङ्का विवरणं च दास्यन्ते § ७·११ § ७ २६ इत्यत्र।

विशेपद्रष्टव्यानि

छायानिर्माणविषयका भौतिकशास्त्रनियमा प्राचीनज्योतिर्विदा विदिता आसन्निति कोऽपि सन्देह। तैरुरीकृता गणनापद्धतिरेवात्र प्रत्यक्षं प्रमाणम्। अधो दीयते ग्रहणसिद्धान्तवर्णनं भास्कराचार्यस्यैव शब्दै —

"इदानीं ग्रहणे छाद्यच्छादकत्वं प्रतिपादयति। भूभा विधुग्रहणे विधुं छादयति (§ ४·२१ रविग्रहणे तु रविं विधुश्छादयति (§ ४·३१) · अर्कादधश्चन्द्रस्था। यथा मेघोऽपस्य पश्चाद्भागादागत्य रविं छादयति। एवं चन्द्रोऽपि शीघ्रगतित्वात् पश्चाद्भागादागत्य र्वि छादयति। तत पश्चात् स्पर्श (§ ४ ३१)।

"चन्द्रो हि विमण्डले भ्रमति, क्रान्तिमण्डलस्य विमण्डलस्य च य सम्पातस्तस्य पातसंज्ञा स पातो मीनान्ताद्विलोमं गच्छति (§ ३ ७१) । रवेरग्रतो भार्धान्तरे क्रान्तिवृत्ते भूभा भ्रमति। अत पौर्णमास्यन्ते भूभाचन्द्रौ समौ भवत। किन्तु याम्योत्तरमन्तरं विक्षेपतुल्यं भवति स विक्षेपश्छाद्याच्छादकबिम्बमध्ययोरन्तरम् (§ ८·४२)। । यदा यावता मानैक्यखण्डेन तावच्छाद्यबिम्बे छादकबिम्बं प्रविशति। अत उक्तं 'तत् स्थगितप्रमाणम्' इति। स स्थगितं छाद्यबिम्बादधिकं यदा भवति तदा सर्वग्रहणं भवति (§ ४·२२)" (सिद्धान्तशिरोमणिस्थ —चन्द्रग्रहणाधिकार, सूर्यग्रहणाधिकार, गोलाध्यायश्च) इति।

तेनैव भूभाव्यासमानादीन्यपि कृतानि।

सूर्यग्रहणं चन्द्रग्रहणं तुलनापि तेन कृता—"चन्द्रग्रहे तु लम्बननत्योरभाव, यत समकाले भूभा चन्द्रे लगति। तथा सर्वे सर्वे दिदेशान्तरस्था अपि नतमपि तं चन्द्रं सम्पश्यन्ति" इति।

पञ्चमोऽध्यायः

सूर्यः

"सूर्य आत्मा जगतस्तस्थुषश्च" [ऋ० सं० १।११५।१]

["सूर्यः कियद्दूरे वर्तते ? कियत्तस्य परिमाणम् ? कुतस्तस्य प्रकाशातापौ" इत्यादीन्यत्र व्याख्यायन्ते]

५.१ सूर्यस्य भुवो दूरत्वम्

सूर्यस्य दूरत्वमतिदीर्घं ९,२९,००,००० क्रोशार्धमितम्। अस्यामाससमानमनेन कथ नेन भविष्यति यद् यदि कोऽपि जनः प्रतिघटिकम् २४ क्रोशार्धानि रेलयानेन गच्छेत् तर्हि प्रस्थानस्य १७५ वर्षानन्तरं स सूर्यतत्र प्राप्नुयात्। जगति सर्वाधिकवेगशालिवस्तु प्रकाशरश्मयो विद्युद्रश्मयो वा, ते प्रतिसेकिण्डं १,८६,००० क्रोशार्धानि गच्छन्ति, परन्तु तेऽपि सूर्यात् ८⅓ मिनटैर्भुवमागच्छन्ति ।

५.११ दूरत्वनिर्धारणम्

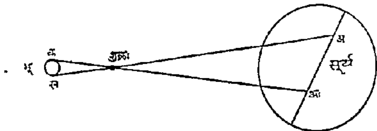
चन्द्रदूरत्वनिर्धारणे यो लम्बनविधिर्व्याख्यातः स न साधुर्भवति सूर्यदूरत्वनिर्धारणे, यतः प्रथमं सूर्ये न विद्यते कोऽप्यचलो बिन्दुः (अथवा किमपि स्थिरचिह्नं यथा चन्द्रे चन्द्रकलङ्कः) यस्माद् लम्बनं निश्चेतव्यम्, द्वितीयश्च सूर्योऽतिदूरवर्ती, तस्य लम्बनोपलब्धये बृहत्याधाररेखापेक्ष्यते, पृथिव्या व्यासश्च नाभीष्टाधाररेखा । अत एव लम्बनमुपायान्तरेण माप्यते ।

ज्योतिर्विद्भिर्लम्बनानयनविधौ भुवः समीपतमाः खगोलीयपिण्डा इष्टाः—ते च शुक्रभौमेरोसाः । शुक्रोऽन्तर्ग्रहः, अत एव स्फुटतः समीपतमो भवति, परन्तु तदा तस्य सूर्यकिरणेषु लोपो भवति, तस्य वेधश्च न सुकरो भवति । केवलं तस्य सूर्यबिम्बे सङ्क्रमणानि किञ्चित् प्रयुज्यन्ते । भौमस्य बहिर्ग्रहत्वात् षड्भान्तरे समीपतमत्वाद् रात्रौ च दृष्टिगोचरत्वाद् वेधोऽतिसरलः । तृतीय एरोस नामकोऽवान्तरग्रहः काले काले भुवोऽतिसामीप्यमागच्छति । एभिस्त्रिभिः सूर्यस्य दूरत्वं वेधेन ज्ञायते । अन्यप्रत्यक्षविषयोऽपि यैः दूरत्वं निश्चीयते । एषां मार्गच्युति डाउन्लर-सिद्धान्त गणनादयः प्रमुखाः ।

५.१२ शुक्रसंक्रमणविधिः

काले काले शुक्रः सूर्यबिम्बे सङ्क्रमणानि कुर्वन् दृश्यते । (द्रष्टव्योऽनुच्छेदः ७.२६ यत्र संक्रमणतिथयोऽपि दत्ताः)। खिस्ताब्दे १७६१ तमे, खिस्ताब्दे १७६९ तमे च शुक्रसङ्क्रमणं निरीक्ष्य सूर्यलम्बनं ८.५७ विकलामितं निश्चितम्। पुनः १८७४ तमे खिस्ताब्दे, १८८२ तमे खिस्ताब्दे च ज्योतिर्विद्भिर्महान् प्रयत्नः कृतः यथार्थलम्बनानयनार्थम्, परन्तु कदाचित् शुक्रवायुमण्डलवशाद् वेधेषु भिन्नताऽदृश्यत ।

संक्रमणकाले शुक्रो भुव समीपतममागत्य लघुयुतौ तिष्ठति, दूरत्वञ्चास्य सूर्यदूरत्वसतांश मित भवति। अत एव शुक्रसंक्रमणस्य ईषत्स्थानभ्रंश पर्याप्त लम्बन सृजति। भुव क स्थानात्



शुक्रसंक्रमणविधि

शुक्र सूर्यस्य निम्नतरभागे (आ स्थाने) दृश्यते, भुव ख स्थानात् तस्मिन्नेव समये सूर्यस्य उच्चतरभागे (अ स्थाने) दृश्यते। शुक्रस्य युतिकालो ज्ञात एव, भुव शुक्रस्य दूरत्वस्य सूर्यदूरत्वापेक्षया निष्पत्ति $\left(\frac{\text{भुव शुक्रस्य दूरत्वम्}}{\text{भुव सूर्यस्य दूरत्वम्}}\right)$ अपि विदितपूर्वेव, अत एव गणनया (विस्तर भयादत्र गणना न दत्ता) सूर्यदूरत्व निर्णीयते।

४.१३ भौमदूरत्व विधिः

'केप्लर'महोदयस्य तृतीयनियमेन ग्रहाणा परस्परदूरत्वनिष्पत्तिर्ज्ञायते। अत यद्येक स्यापि ग्रहस्य दूरत्व ज्ञात भवति, तर्हि सर्वेषा ग्रहाणा सूर्यस्य वा दूरत्वानि ज्ञातानि भविष्यन्ति। भौमस्य दूरत्व सर्वानुकूलप्रतियोगकालेषु (§ ७ ३१) चन्द्रदूरत्वानयनविधिना ज्ञायते। भौमदूरत्व प्राप्त्यनन्तर सर्वस्यापि दूरत्व लभ्यते।

४.१४ एरोसदूरत्वविधि

भौमलम्बनानयन एका बाधा दृश्यते। भौमस्य बिम्बस्त्वाद् लम्बनकोणनिर्णयो दुष्करो भवति। अत एव ज्योतिर्विदो बहुकालात् कस्यचिद् अल्पबिम्बस्तो ग्रहस्यान्वेषणे रता आसन्। खिस्तीये १८९८ तमे वैरेक ईदृशो लघुबिम्बवान् ग्रहो लब्ध। सोऽयमनन्तरमद्य 'एरोज नामक' (द्रष्टव्य § ७·४२)। 'एरोस'स्य व्यास केवल १९ क्रोशार्धमित। परिभ्रमणकक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता, अत एव काले काले भुव सर्वाधिक सामीप्य भजते। १९३१–तमे ख्रिस्ताब्दे एरोस भुव केवल १,६२,००,००० क्रोशार्धदूर आसीत्। (अस्य सर्वाल्पतमदूरत्व १,३८,४०,००० क्रोशार्धानि)। सर्वे ज्योतिर्विदो लम्बननिर्धारणार्थमस्यास्य प्रतीक्षा कुर्वन्तो महायोजनानि व्यधु। वैधेन गणनया च सूर्यस्य लम्बन ८ ७९ विकलामितं निश्चितम्। अनेन सूर्यस्य दूरत्व ९,३०,०९,००० क्रोशार्धमित लभ्यते।

४.१५ भूचलनसिद्धान्तेन (मार्गच्युतिसिद्धान्तेन)

भूचलनसिद्धान्तेन भुव परिभ्रमणमार्गे वेगो ज्ञायते। गणनया १८½ क्रोशार्धानि प्रतिसैकेण्ड प्राप्यते। वर्षे ३,१५,६०,००० सैकेण्डानि भवन्ति, अत एव वर्षे पृथिवी

३,१५,६०,००० × १८½ क्रोशार्धानि गच्छत्यसौ। यदि परिक्रमणमार्गो गोलाकारः, परिधिमानञ्चेयन्मात्रकं (३१५६०००० × ३७/२ क्रोशार्धानि), तर्हि व्यासार्धः कियन्मात्रक इति त्रैराशिकेन ज्ञायते। इदं व्यासार्धमानम् = ३१५६०००० × ३७/२ × १/२π

$$= ३१५६०००० \times \frac{३७}{२} \times \frac{७}{४४}$$

$$= ९२८८६८१८$$

$$= ९२९००००० \text{ (आसन्नमूल्येन) क्रोशार्धानि ।}$$

व्यासार्धमानमिदं सूर्यस्य भुवो दूरत्वम्।

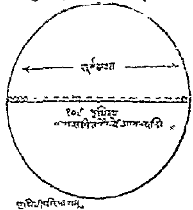
५.१६ डाप्लरसिद्धान्तेन

नक्षत्रस्यापसरणेनोपसरणेन वा रश्मिविश्लेषणचित्रे विभिन्नानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते।[1] यथा यथा नक्षत्रं दृक्सूत्रेऽस्माकं समीपमागच्छति तथा तथा रश्मिविश्लेषणे (वर्णच्छत्रे रेखा नीललोहितोत्तरं प्रति विचलन्ति, यथा यथा च नक्षत्रमस्माद् दूरीभवति तथा तथा रेखा उपरक्तं प्रति विचलन्ति। अनेन 'डाप्लरसिद्धान्तेन' 'स्पेंसरजोन्स' महोदयेन भुवः प्रदक्षिणागतिः १८½ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्ड निर्धारिता, पूर्ववत् च गणनया सूर्यस्य भुवो दूरत्वं प्रायः ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि प्राप्यते।

५.२ परिमाणादयः

५.२१ सूर्यस्य परिमाणम्

सूर्यस्य दूरत्वमानं लब्ध्वा, तस्य परिमाणानयनं सुसरलम्। वेधेन सूर्यस्य मध्यमबिम्बमानं ३१′ ५९″ अस्ति। दूरत्वञ्च ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि। अत एव अनुच्छेद'''''तमे प्रयुक्तविधिना सूर्यव्यासस्य मानं ८,६४,००० क्रोशार्धानि लभ्यते।



सूर्यस्य विशालत्वम्।

५.२२ सूर्यस्य पिण्डमात्रा, घनत्वम्, गुरुत्वाकर्षणञ्च

'न्यूटन' महोदयस्याकर्षणसिद्धान्तेन सूर्यस्य पिण्डमात्राया मानं निर्धार्यते। 'न्यूटन' नियमेन

$$\frac{\text{सौरपिण्डमात्रा}}{\text{पार्थिवपिण्डमात्रा}} \times \frac{\text{पार्थिवव्यासार्धः}}{\text{सौरव्यासार्धः}} = \frac{\text{सौरगुरुत्वाकर्षणशक्तिः}}{\text{पार्थिवगुरुत्वाकर्षणशक्तिः}}$$

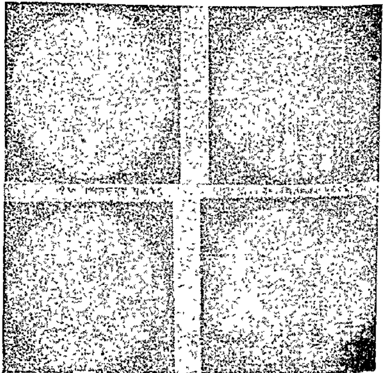
1. द्रष्टव्यो § ११·४१२ तमः।

अत्र सौरपिण्डमात्रां विद्यायान्ये विदितपूर्वाः, अत एव सौरपिण्डमात्रा गणनया पार्थिवपिण्डमात्रामानस्य ३,३२,००० गुणिता ($५×१०^{२८}$ मनमिता) प्राप्यते ।

सूर्यस्य घनत्वं पार्थिवघनत्वस्य १/४ गुणितम्, जलघनत्वस्य च १ २/५ गुणितमस्ति । गुरुत्वाकर्षणशक्तिश्च पार्थिवगुरुत्वाकर्षणशक्तेः २७·९ गुणितास्ति ।

५.२३ अक्षभ्रमणम्

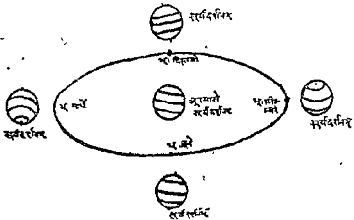
सूर्योऽप्यक्षभ्रमणं करोतीति सूर्यलाञ्छनानां सूर्यबिम्बे चलनेन सिद्ध्यते । सूर्यलाञ्छनानि पश्चिमतः पूर्वं प्रति गच्छन्ति । यदि किमपि लाञ्छनमद्य सूर्यबिम्बमध्ये दृश्यते, तदेव



सप्ताहानन्तरं पूर्वबिम्बकोटिं लप्स्यते, ततः पक्षानन्तरमपरकोटौ प्रथमं दृश्यमानः सप्ताहानन्तरं पुनर्मध्यभागमागमिष्यति । एवमक्षभ्रमणकालस्यासन्नमानं २५ दिनानि लभ्यते ।

परन्तु सूर्य पृष्ठे सर्वत्राक्षभ्रमणकालः समो न, विषुवप्रदेशानां २४-६५ दिनानि, ३५-अक्षांशविभागानां २७ दिनानि, ध्रुवीयप्रदेशानाञ्च ३४ दिनान्यक्षभ्रमणकालो दृश्यते। वर्णच्छत्रे डाप्लरनियमगणितरेखाविचलनैरपि प्रायस्तदेवाक्षभ्रमणकालमानं लभ्यते।

सूर्यस्य विषुवरेखायाः क्रान्तिसूत्रात् प्रवणता सप्तांशमिता, अत एव लाञ्छनानि कदाचिद्



विभिन्नकालेषु विभिन्नकोणैर्दृश्यते सूर्यः

ऋजुमार्गेण, कदाचिच्च दीर्घवृत्ताकारमार्गेण भ्रमन्ति दृश्यन्ते। जूनमासस्य ६-दिनाङ्के दिसम्बरमासस्य च ६-दिनाङ्के तानि ऋजुरेखायां भ्रमन्ति। मार्चमासस्य प्रथमदिनाङ्के, सितम्बरमासस्य च पञ्चदशदिनाङ्के तानि दीर्घवृत्ताकारमार्गेण भ्रमन्ति, इत्युपरिदत्तचित्रेण स्पष्टोभवति।

५·३ सूर्यविधानम्

सूर्योऽत्युष्णवाष्पाणां विशालपिण्डोऽस्ति। वर्णनसौकर्यार्थमस्य पञ्चाङ्गानि क्रियन्ते—(१) सूर्यमध्यभागः, (२) प्रकाशमण्डलम्, (३) प्रत्यादर्शकस्तरः, (४) वर्णमण्डलम्, (५) प्रभामण्डलञ्च।

सूर्यमध्यभागो दृश्यपृष्ठादधो वर्तते। विवरणमस्य केवलं सैद्धान्तिकगणनया सम्भवम्। अस्य केन्द्रे तापक्रमः २,००,००,००० सेन्टीग्रेडमितो वर्तते। परमाणवः सर्वे छिन्नभिन्नरूपेण विद्यन्ते।

प्रकाशमण्डलं दृश्यभागः। अत्र कणचिह्नानि, श्यामवर्णसूर्यलाञ्छनानि च दृश्यन्ते। अस्योपरि पारदर्शकवाष्पाणि वायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति।

प्रत्यादर्शकस्तरः प्रकाशमण्डलस्योपरि कतिपयशतक्रोशार्धोच्छ्रयपर्यन्तं विद्यते। अस्मात् स्तरात् सूर्यवर्णच्छत्रे श्यामा रेखा उत्पद्यन्ते।

वर्णमण्डलं प्रत्यादर्शस्तरस्योपरि वर्तते । शोणितवर्णकमिदं नैकसहस्रक्रोशार्धोच्छ्रूयपर्यन्तं विद्यते । अस्मादुन्नतज्वालाशिखराण्युद्गच्छन्ति, यानि पूर्णसूर्यग्रहण एव (विशेषयन्त्रेणान्यदा वा) दृश्यन्ते ।

प्रभामण्डलं सूर्यस्य बहिस्तमो भागः । पूर्णसूर्यग्रहणेऽस्य मुक्ताशुक्लत्वमत्यन्तं शोभनीयं दृश्यते । प्रभामण्डलीययन्त्रेण ('कोरोनोग्राफ'यन्त्रेण) अन्यदापीदं दृश्यतां याति ।

५·३१ प्रकाशमण्डलम्

सूर्यस्य यो गोलाकारो भागोऽस्माभिर्दृश्यते स प्रकाशमण्डलमुच्यते । अयं सूर्यपृष्ठं सूर्यतलं चापि कथ्यते । अस्योपरि पारदर्शकवाष्पाणि सूर्यवायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति, अस्माच्चाधो नास्मद्दृष्टिः प्रविशति । अस्माद् भागाद् मुख्यतया सूर्यप्रकाश उद्गच्छति, अनेनायं भागः प्रकाशमण्डलं प्रोच्यते । प्रकाशमण्डलमिदं शतक्रोशार्धाल्पविस्तीर्णम् । अस्य पर्यन्तप्रदेशेषु प्रकाशे किञ्चिन्मान्द्यं रक्तवर्णकत्वञ्च दृश्येते ।

५·३११ कणचिह्नानि

दूरदर्शकेन सूर्यस्य प्रकाशमण्डलं पूर्णतया श्वेतोज्ज्वलत्वेन्न दृश्यते, यत्र तत्र श्यामलकणचिह्नानि श्यामललाञ्छनानि च वर्तन्ते । एतानि कणचिह्नानि वस्तुतोऽत्युष्णप्रदेशाः सन्ति । एषां तापक्रमः सामान्यपृष्ठतापक्रमात् शतसेन्टीग्रेडाधिको वर्तते । प्रायः प्रत्येकं चिह्नं ७००-क्रोशार्धविस्तीर्णं गोलाकारं दीर्घवृत्ताकारं वा दृश्यते । एषां जीवनगतिःक्षणिकं जलबुद्बुदवत् प्रतीयते ।



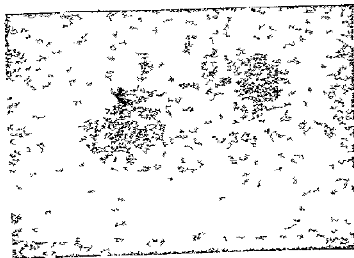
प्रकाशमण्डले कणाः [यरकिन्न-वेधशाला]

५·३१२ सूर्यलाञ्छनानि

चन्द्रे कलङ्को वर्तत इति साधारणोऽनुभवो जनानाम्, परन्तु सूर्येऽपि लाञ्छनानि वर्तन्त इत्यद्भुतो विषयः । परन्तु सूर्यलाञ्छनानि चन्द्रलाञ्छनानीव न स्थायीनि । एतानि नैकशीनि दृश्यन्ते, सर्वदा समूहरूपेणैव लभ्यन्ते । यदि कदाचिदेकाकि लाञ्छनं दर्शनीयतां याति,

तन्मूले विनाशप्राप्तानां लाञ्छनानामवशेषमानम्। लाञ्छनसमूहे प्रायो द्वे विशाललाञ्छने, नैकानि लघुलाञ्छनानि विद्यन्ते। विशाललाञ्छनयोरेकमग्रे चलति द्वितीयञ्च सर्वेषां पश्चात्, अनयोरग्रचारि पश्चचारिलाञ्छनयोर्मध्ये नैकानि लघुचिह्नानि चलन्ति।

लाञ्छनानां परिमाणमत्यधिकमपि दृश्यते। एकस्मिन् लाञ्छने विंशति-पञ्चविंशति सङ्ख्याका पृथिव्योऽपि प्रवेष्टुं योग्या भवन्ति (द्रष्टव्य फोटोचित्रे लाञ्छनतुलनाया पृथिव्या परिमाणम्।) अचिरात् पूर्वे १५४६–तमे खिस्ताब्द जनवरीमासस्य २९ दिनाङ्के दृष्टस्यैकस्य लाञ्छनस्य परिमाणं लम्बत्वदिशाया ९०,००० क्रोशाधानि, वितानदिशायाञ्च ६०,००० क्रोशा



सूर्यलाञ्छनानि

धान्यासीत्। यस्मिन् समूहे लाञ्छनमिदमविद्यत, तस्य लम्बत्व २,००,००० क्रोशाधान्यासीत्। १९४७–तमे खिस्ताब्दे दृष्टस्य लाञ्छनसमूहस्यापि परिमाणमीदृशमासीत्।

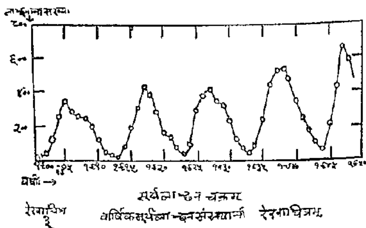
लाञ्छनानि प्रायो गोलाकाराणि। तेषां श्यामवर्णका मध्यभागा प्रच्छायप्रदेशा कथ्यन्ते। प्रच्छायप्रदेशान् परितः किञ्चिद् ईषत् श्यामला उपच्छायप्रदेशा वर्तन्ते। प्रायः कतिपयानां प्रच्छायप्रदेशानामेकैवोपच्छाया दृश्यते। यदा कदाप्युपच्छाया परितो वल्याकारप्रदेशा अवलोक्यन्ते, ये प्रकाशमण्डलादप्युज्ज्वलतरा। अत्रेदमवधारणीयं यद्यपि लाञ्छनानि प्रकाशमण्डलभूमिकाया श्यामलानि दृश्यन्ते, वस्तुतस्तान्यधानधिसम्पन्ननिम्नप्रकाशसाधनेभ्योऽत्यधिकगुणानि प्रकाशमानानि च सन्ति।

लाञ्छनानि क्षणिकान्येव। कतिपयानां जीवनं केवलं द्वित्रदिनानि, कतिपयानामेकमासं मासद्वयं वा (अर्थात् तान्येकवारं द्विवारं वा पूर्णपरिभ्रमणं कुर्वन्ति), परन्तु प्रायस्तेषां जीवन

निचतुर्मासाधिकं न। लोपक्रमस्तु—प्रथममग्रचारिविशाललाञ्छन-पश्चचारिविशाललाञ्छन-मध्यवर्तिलघुलाञ्छनानि, ततः पश्चचारिविशाललाञ्छनभङ्गजनितलघुलाञ्छनानि, ततोऽन्ते अग्रचारिविशाललाञ्छनमित्येवं लुप्यन्ते। लाञ्छनानि शीघ्रगत्या वर्धन्ते, मन्दगत्या च लुप्यन्ते।

५·३१३ सूर्यलाञ्छनचक्रम्

कस्मिंश्चिद् वर्षे लाञ्छनानां संख्या त्वेतावत्यधिका भवति यत् सर्वदा सूर्यप्रकाशमण्डले नैके लाञ्छनसमूहा दर्शने लभ्यन्ते, कस्मिंश्चिद् वर्षे चैतावत्यल्पा भवति यत् कतिपयानि दिवसान्येकमपि लाञ्छनमदर्शयित्वा व्यतीतानि भवन्ति। विज्ञानविद्भिरेषा वार्षिकी गणना कृता, तया च क्रम एको लब्धः—प्रायः ११.२ वर्षानन्तरं लाञ्छनानां सर्वाधिका बहुलता दृश्यते। इदं सूर्यलाञ्छनचक्रं कथ्यते। निम्ने दीयते सूर्यलाञ्छनसंख्याया रेखाचित्रं येन सूर्यलाञ्छनचक्रस्य सत्ता समर्थ्यते—



सूर्यलाञ्छन चक्रम्

रेखाचित्र २ वार्षिकसूर्यलाञ्छनसंख्यायाः रेखाचित्रम्

५·३१४ सूर्यलाञ्छनस्य वर्णच्छत्रम्

सूर्यलाञ्छनस्य वर्णच्छत्रं सूर्यवर्णच्छत्राद् भिन्नं दृश्यते। वर्णच्छत्रविश्लेषणेन निष्कर्षद्वयं लभ्यते—(१) सूर्यलाञ्छनानां तापक्रमः प्रकाशमण्डलतापक्रमाद् निम्नः। ४३००°K-पर्यन्तं एषां तापः। (२) सूर्यलाञ्छनेषु चुम्बकीयक्षेत्राणि वर्तन्ते।

५·३१५ सूर्यलाञ्छनानां चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्वम्

'जीमन'महोदयेन वर्णच्छत्राणां परीक्षणेन ज्ञातं यत् सबलचुम्बकीयक्षेत्रोत्सर्जितप्रकाशकिरणानां वर्णच्छत्रे रेखा द्विधा त्रिधा वा भिन्ना भवन्ति, अर्थाद् ऊर्ध्वाधरतन्मासु रेखासु

दन्तुरत्वमायाति । रेखाणा दन्तुरत्वस्य गणनया चुम्बकीयक्षेत्रस्य व्यवस्था ज्ञायते । सूर्यविषुवरेखा



'जीमन' रेखादन्तुरत्वम्

वर्तिसूर्यलाञ्छनाना वर्णच्छत्रेषु दन्तुरत्वमीदृश दृश्यते, अत एव सूर्यलाञ्छनाना चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्व सिध्यते (उपरि दत्त वर्णच्छत्रस्य फोटोचित्र द्रष्टव्यम्) ।

सूर्यलाञ्छनाना चुम्बकीयक्षेत्रवत्त्व निम्नलिखिततथ्यैरपि सिध्यते—

(१) सूर्यलाञ्छनदर्शने सह पार्थिवचुम्बकीयविक्षोभा दृश्यन्ते । सूर्यलाञ्छनाना दर्शनेन सह पार्थिवचुम्बकीयविक्षोभाणा सम्बन्धो 'माउण्डर'महोदयेन सुस्थापित ।

(अ) यदि सूर्यलाञ्छनाना सख्या विपुला, विक्षोभाणा सख्यापि विपुला, यदल्पा तर्हि विक्षोभाणा सख्याप्यल्पा ।

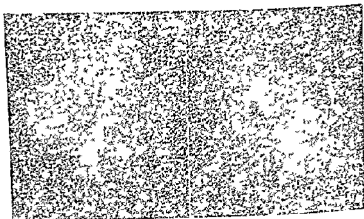
(आ) पार्थिवविक्षोभाणामावृत्तिकाल २७ ३ दिनानि, सूर्यलाञ्छनानामपि युतिकाल २७ ३ दिनानि ।

(इ) सूर्यलाञ्छनस्य प्रथमदर्शनस्य ३० होरानन्तर विक्षोभा भवन्ति । अत एव सूर्याद् विक्षोभजनिता सूर्यलाञ्छनसदृशा विद्युत्कणा अनन्ताकाशमुल्लङ्घ्य भूवायुमण्डल ३० होराया प्राप्नुवन्तीति प्रतीयते ।

(ई) चुम्बकीयविक्षोभा अधिकतर वसन्तसम्पाते शारदसम्पाते च भवन्ति, वसन्तसम्पाते शारदसम्पाते च पृथिव्या स्पन्दसूत्रे सूर्यस्य विषुवरेखावर्तिप्रदेशा सन्ति (द्रष्टव्य §–१ २३ तमे दत्त चित्रम्), तत्र च सूर्यलाञ्छनेषु चुम्बकक्षेत्राणि लभ्यन्ते ।

(२) सूर्यलाञ्छनदर्शनसमकाले आयनमण्डले परिवर्तनानि दृश्यन्ते । § २ ५१ तमे व्याख्यात यत् पृथिव्या वायुमण्डलस्योच्चतम स्तर आयनमण्डलमस्ति । आयनमण्डलस्यापि द्वौ स्तरौ—E-स्तर, F-स्तरश्च । E-स्तरस्योच्छ्रय ६० क्रोशार्धमित । अत्र आक्सीजन नाप्यस्य व्यूहाणवो भिन्ना भवन्ति (अर्थात्तेषा विद्युत्कणा आयनाश्च स्वच्छन्दा भवन्ति), F-स्तरस्योच्छ्रय १३० क्रोशार्धमित, अत्र आक्सीजननाप्यस्य परमाणवो नाइट्रोजनभाणस्य व्यूहाणवश्च भिन्ना भवन्ति । उच्चतरङ्गदैर्घ्यवन्तो रेडियोतरङ्गा २०० क्रोशार्धोच्छ्रयात् ३०० क्रोशार्धोच्छ्रयाद्वा प्रत्यावर्तन्ते । सूर्यलाञ्छनदर्शनेन ह्यायनमण्डले घनत्ववृद्धिर्दृश्यते, घनत्व वृद्धया रेडियोतरङ्गा दूरोच्छ्रय न गच्छन्ति, निम्नोच्छ्रयादेव परावर्तनाद् भूमण्डले सुदूर न गच्छन्ति, दूरवर्तिरेडियोयन्त्रेषु ध्वनिनिरूपणेऽक्षमता आयाति ।

(३) उत्तरीयध्रुवसमीपवर्तिदेशेषु 'अरोरा' (ध्रुवप्रकाशः) दृश्यते। ध्रुवप्रकाशदर्शनमपि सूर्यलाञ्छनसमकालिकमेव। ध्रुवप्रकाश आकाशे रात्रौ दृष्टः प्रकाशविशेषः। अयञ्चाकाशे नृत्यन् नवानि रूपाणि च धारयन् दर्शनेऽद्भुतो भवति।। अधो दीयेते द्वे फोटोचित्रे ध्रुवप्रकाशस्य)—



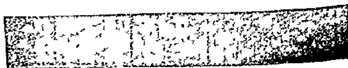
ध्रुवप्रकाशचित्रे

५.३२ वर्णमण्डलम्

सूर्यस्य प्रकाशमण्डलं सूर्यपृष्ठं सूर्यतलं वापि कथ्यते। अस्योपरि पारदर्शकवाष्पाणि सूर्यं वायुमण्डलरूपेण तिष्ठन्ति, अस्माच्चाधो नास्मद्दृष्टिः प्रविशति। अस्योपरि प्रत्यादर्शकस्तरो विद्यते, प्रत्यादर्शकस्तरस्योपरि च वर्णमण्डलं विद्यते, यस्योपस्थिते सूर्यस्य रक्तवर्णाग्नि-ज्वालाशिखराणि दृश्यन्ते।

५.३२१ वर्णच्छत्रं सूर्यस्य

सर्वप्रथमं १६९५ खिस्ताब्दे न्यूटनमहोदयेन त्रिपार्श्वमध्यगतसूर्यकिरणानामिन्द्रधनुर्वद् वर्णच्छत्रमदृश्यत। ततः शतवर्षानन्तरं १८०२-तमे खिस्ताब्दे 'वुलस्टन'महोदयेन दृष्टं यद् यदि किरणा एकं सङ्कीर्णविवरमतीत्य त्रिपार्श्वमुपगच्छन्ति तर्हि सौरवर्णच्छत्रे वर्णमेखलायां श्यामरेखा दृश्यन्ते। परन्तु सर्वप्रथममासां रेखाणां नामकरणं स्थानादिनिर्णयश्च 'फ्राउनहोफर'-महोदय एव कृतवान्। एता रेखास्तन्नामानुसारं 'फ्राउनहोफर रेखाः' कथ्यन्ते।



फ्राउनहोफर रेखा

एता रेखाः सूर्यवायुमण्डलवर्तिनाष्पाणामुपस्थितेर्भवन्तीति हेतुः 'फ्राउनहौफर'महोदयस्याज्ञात आसीत्। एत निम्नधारिण्याः प्रथमस्तम्भश्च द्वितीयस्तम्भश्च 'फ्राउनहौफर'महोदयेन



सूर्यवर्णच्छत्रम्

दत्तौ, तृतीयश्चतुर्थश्चाधुनिकविज्ञानविद्भिरेव कर्म। तृतीयस्तम्भे रेखाणां तरङ्गदैर्घ्यं दत्तम्, चतुर्थे च रेखाणां हेतुः।

फ्राउनहौफर वर्णम्	तरङ्गदैर्घ्यम्[1]	स्वरूपम्	अभिज्ञानम्
A	७५९४	मेखला	वायुमण्डले आक्सीजनम्
a	७२२०	मेखला	वायुमण्डले जलीयबाष्पम्
B	६८६७	मेखला	वायुमण्डले आक्सीजनम्
C	६५६३	रक्तवर्णे रेखा	सूर्यस्थहाइड्रोजनम् (H α)
D	५८९३	पीतवर्णे द्विकरेखाः	सूर्यस्थसोडियमम्
E	५२७०	नैका घना रेखाः	लौहं कैल्शियमञ्च
b	५१८४	हरिद्वर्णे रेखाः	मैग्नेशियमम्
F	४८६१	नीलहरिद्वर्णे रेखा	सूर्यस्थहाइड्रोजनम् (H B)
G	४३०८	नीललोहिते रेखाः	कार्बन हाइड्रोजनयौगिकाः
H	३९६९	नीललोहिते रेखा	कैल्शियमम् (आयणीकृतम्)
K	३९३४	,,	,, ,, ,,

५·२२२ सूर्यस्य रासायनिकतत्त्वानि

रसायनशास्त्रे ९६ सङ्ख्याकानि तत्त्वानि प्रसिद्धानि। एषां ६१ सङ्ख्याकानि सूर्ये निर्विवादतया अभिज्ञातानि, पश्चानामुपस्थितिश्च सम्भवा वर्तते। तथापि परीक्षणविधेः परिष्कारेण सर्वाणि तत्त्वानि सूर्ये द्रक्ष्यन्त इति सम्भवमेव।

५·२२३ सूर्यरश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

सूर्यपृष्ठे कानि कानि तत्त्वानि, कियन्मात्रया च वर्तन्त इति निश्चयः सूर्यरश्मिविश्लेषकयन्त्रेण क्रियते। दूरदर्शकस्थमसूर्यबिम्बस्याभीष्टाः किरणाः सङ्कीर्णविवरमनीव निपातयित्वा

१. तरङ्गदैर्घ्यमविरूपमापकेन माप्यते। प्रमाणकस्यास्य नाम 'एंग्स्ट्राम' भवति। एंग्स्ट्राम· ०००००००१०००० सेन्टीमीटरसमः।

चैकस्मिन् पत्रे पतन्ति । तस्मिन्नेव पत्रे युगपत् सूर्यवर्णच्छत्रस्य इष्टतत्त्वस्य रेखाऽपि सङ्कीर्णं छिद्रमुल्लङ्घ्य पतति । एवं तत्त्वविशेषस्य प्रकाशकिरणेषु सूर्यस्य फोटोचित्रं गृह्यते । अत्र नील-लोहितोत्तरवर्णस्य कैल्शियम (K) रेखा, रक्तवर्णस्य हाइड्रोजनरेखा (H α) वा प्रायः प्रयुज्यते ।

सूर्यरश्मिविश्लेषणगृहीतफोटोचित्रे वर्णमण्डले श्वेतचिह्नानि श्यामचिह्नानि च दृश्यन्ते । एतानि चिह्नानि आङ्ग्लभाषायां flocculi नाम्ना प्रसिद्धानि । उष्णतरवाष्पाणां पिण्डाः श्वेतचिह्नैः, शीततरवाष्पाणां पिण्डाश्च श्यामचिह्नैः फोटोचित्रे प्रदर्शिता भवन्ति । 'कैल्शियम'चिह्नानि प्रायः उज्ज्वलानि लाञ्छनसमूहानां समीपे दृश्यन्ते । अथ कैल्शियमरेखाया गृहीतं सूर्यस्य फोटोचित्रम्, एकं साधारणं फोटोचित्रं चोभे दत्ते ।

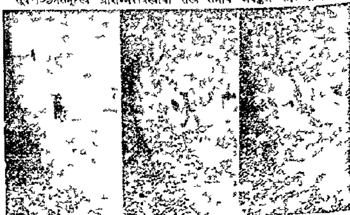


रश्मिविश्लेषणगृहीतचित्रम् साधारणफोटोचित्रम्

[माउण्टविल्सन वेधशाला]

३२४ सौरलोलज्वाला

सूर्यलाञ्छनसमूहस्य प्रारम्भिकावस्थायां तस्य समीपे भयङ्करा लोलज्वाला दृश्यन्ते ।



साधारणफोटोचित्रम् हाइड्रोजनफोटोचित्रे

सूर्यरश्मिविश्लेषकयुक्तदूरदर्शके एता वर्णमण्डलेऽत्यन्तमुज्ज्वला प्रदेशा प्रतीयन्ते। एता अकस्मात् सरभसमुत्पतन्ति, होरैककाले च शान्ता भवन्ति। लघुज्वालासंज्ञान् नीललोहितोत्तरकिरणान् विकिरन्ति, एते किरणाश्च ५ ३१८ तमेऽनुच्छेदे वर्णितान् रेडियोविघ्नादीन् कुर्वन्ति।

५ ३२५ सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि

हाइड्रोजनसूर्यरश्मिविश्लेषकगृहीतफोटोचित्रे प्रायः श्यामवर्णकानि दीर्घाणि चिह्नानि



सूर्योन्नतज्वालाचित्रम् (१)

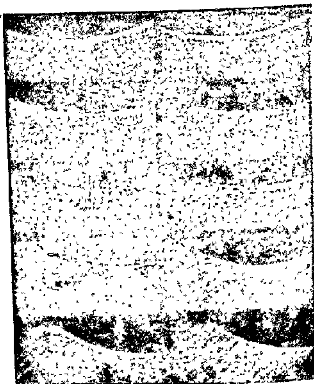


सूर्योन्नतज्वालाचित्रम् (२)

दृश्यन्ते, यानि सूर्यस्याक्षभ्रमणात् सूर्यबिम्बसामीप्यं प्राप्याकाशस्य भूमिकायामुज्ज्वलानि सन्ति। एतानि सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि कथ्यन्ते। एतानि शोणितवर्णकानि पूर्णसूर्यग्रहणेऽतिसुन्दरं प्रतीयन्ते। [अधुना 'कोरोना-ग्राफ'यन्त्रेणान्यदापि दृश्यन्ते (यन्त्रस्य विवरणार्थं द्रष्टव्यः §)] एषां फोटोचित्रद्वयं १०७ पृष्ठे द्रष्टव्यम्।

एषां विविधा भेदाः, विविधानि रूपाणि च दृश्यन्ते। 'माउण्टविल्सन'वेधशालायामेतानि षड्वर्गेषु स्थापितानि—

(१) सक्रियाणि सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि सामान्यतया दृश्यन्ते।
(२) उत्क्षेपात्मकानि ,, विरलतया दृश्यन्ते।
(३) सूर्यलाञ्छनविषयकाणि ,, सूर्यलाञ्छनेन सम्बद्धानि सन्ति।



सूर्योन्नतज्वालाशिखराणि

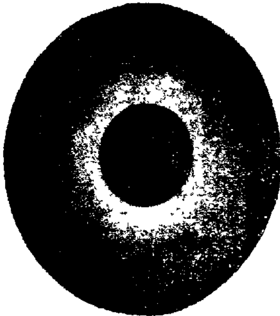
[माउण्टविल्सन वेधशाला]

(४) धूर्णप्रभञ्जनानि	,,	घूर्णमानस्तम्भा इव दृश्यन्ते ।
(५) निष्क्रियाणि	,,	पूर्णतया शान्तानि दृश्यन्ते ।
(६) प्रभामण्डलीयानि	,,	क्षणिकानि प्रभामण्डले दृश्यन्ते ।

५·३३ प्रभामण्डलम्

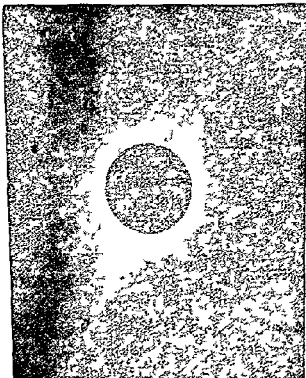
सूर्यस्य बाह्यतमभागितिविरल्भावरणं प्रभामण्डलं कथ्यते । अस्य सूर्यतलादुच्छ्रयः कतिपय-लक्षक्रोशमितः, तथाप्यल्पप्रकाशत्वाद् दर्शनमस्य दुर्लभम् । प्रकाशोऽस्य पूर्णचन्द्रप्रकाशादपि न्यूनः, अत एव सूर्यप्रकाशे सदैवादृश्यो वर्तते । केवलं पूर्णसूर्यग्रहणे (कोरोनाग्राफयन्त्रेण तदन्यदापि) स्वसौन्दर्यं विवृणोति । अस्यान्तर्भागः पीतवर्णकः, बहिर्भागश्च मुक्तावत् शुक्लः ।

प्रभामण्डलस्य बहिर्भागः सूर्यलाञ्छनस्य एकादशवर्षीयचक्रे विभिन्नरूपाणि प्रदर्शयति ।



यदा सूर्यलाञ्छनानां संख्या महत्तमा वर्तते तदा कमलदलमण्डलवद् दृश्यते । (इडल्समनर पीटोचित्रम्) ।

परन्तु सूर्यग्रहणकाले पूर्णग्रासकाले ध्रुवप्रदेशयोर्बहिर्भागा निम्न, विषुवत्प्रदेशेषु च केतुवदि न्नि सृत भवति (द्रष्टव्यमत्र स्थापितं कान्तिचित्रम्)।



५ ४ सूर्यस्य प्रकाशस्तापश्च

५ ४१ प्रकाशविकिरणम्

सूर्यस्य भास्वरत्वकोटि (§ .)—२६ ७२—मिता। अथात् प्रथमकोटिकतारकभास्वरत्वापेक्षया १,२२,१८,००,००,००० गुणमस्य भास्वरत्वम्। अथ ६,००,००० पूर्णचन्द्रतार, ०००,००० गुणस्वाभाति। सूर्यस्य प्रत्येकस्माद् वर्गकोशमीमीटरमितक्षेत्रात् ०,००० ताप शिखाना प्रकाश इव प्रकाशो निस्सरति।

५.४२ तापविकिरणम्

सूर्यः सततं महाकाशे तापं विकिरति। अस्य विकीर्णतापस्य लघुभाग एव पृथिव्या ग्रहैर्वा गृह्यते, शेषभागो महाकाशे विलीयते। पृथिव्यागतभागस्यापि भूयिष्ठांशो वायुमण्डलेन शोष्यते, अल्पभाग एव भूपृष्ठमागच्छति, तथापि वयं सूर्यतापस्य प्रखरत्वं ग्रीष्मे भृशमनुभवामः। अस्य भूपृष्ठागततापस्य मात्रानिर्धारणमतिदुष्करम्। तापमात्रागणनार्थं सौरस्थिराङ्को निश्चीयते।

५.४२१ सौरस्थिराङ्कः

सौरस्थिराङ्कः सूर्यतापस्य सा मात्रा ('कैलोरी' प्रमापत्रेण) या वर्गसेंटीमीटरमितभूपृष्ठभागेन मिनटैककाले लभ्यते; यदि (१) सूर्यकिरणा ऋजुतया पतेयुः, (२) वायुमण्डलं न भवेत्, (३) पृथिवी च सूर्याद् मध्यमदूरत्वे स्यात्। स्थिराङ्कनिर्णये क्रियेते द्वे प्रक्रिये—प्रथमया वर्गसेंटीमीटरमितभूपृष्ठभागलब्धतापमात्रा माप्यते, द्वितीयया च वायुमण्डलकृततापशोषणं माप्यते।

प्रथमा प्रक्रियेयम्—दृश्यन्ते कतिपये पदार्थाः, ये तापं पूर्णतया शोषयन्ति। तापशोषणात्तेषु तापो जायते, स च तापमापकयन्त्रेण माप्यते, अनेन च तापविकिरणमात्रा निश्चीयते। अत्र 'पाइरहेलियोमीटर'नामकं यन्त्रं विशेषतया तापविकिरणमात्रामापने समर्थं रचितं ज्योतिर्विद्भिः।

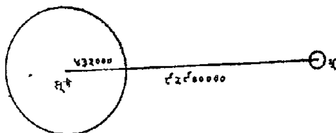
द्वितीया प्रक्रियेयम्—तापमात्रा दिवसस्य विभिन्नकाले माप्यते। वायुमण्डलोल्लङ्घनं सूर्योदये सूर्यास्ते च सर्वाधिकम्, मध्याह्ने चाल्पतमम्; अत एव विभिन्नकालीन-लब्धतापमात्रा गणनया तुलनात्मकविधिना वायुमण्डलोल्लङ्घनजनिततापशोषणं स्पष्टीभवति। अत्र 'लैंग्ली'महोदयेन सर्वाधिकसूक्ष्मतया परीक्षणानि कृतानि; विशेषतः स्वरचितेन 'स्पेक्ट्रोबोलोमीटर'यन्त्रेण १४,८८७ फीटोच्चशृङ्गशालिनि 'माउण्ट ह्विटनी'पर्वतशृङ्गे वायुमण्डलकृततापशोषणनिश्चयं विहितः।

एवं द्वाभ्यां प्रक्रियाभ्यां निर्णीतः सौरस्थिराङ्कः १·९३ 'कैलोरी'मितो लभ्यते।

५.४२२ सूर्ये तापविकिरणमात्रा

सूर्यकेन्द्राद् भूकेन्द्रस्य दूरत्वं ९, २९,००,००० क्रोशार्धानि। भूपृष्ठे यदि वर्गसेंटीमीटरमितक्षेत्रे प्रतिमिनटं १·९३ 'कैलोरी' मितस्तापलाभः, तर्हि सूर्यपृष्ठे वर्गसेंटीमीटरमितभागे प्रतिमिनटं कियानिति गणितेनैव गण्यते।

सूर्यस्य व्यासार्धः ४,३२,००० क्रोशार्धमित, अत एव सूर्यपृष्ठस्य सूर्यकेन्द्राद् दूरत्वं



४,३२,००० क्रोशार्धानि । सूर्यकेन्द्रात् पृथिवीपृष्ठस्य दूरत्व प्राय ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि । यतश्च पृष्ठविस्तारो व्यासार्धवर्गापेक्षी, अत एव

$$\frac{\text{क}}{\text{एक सेन्टीमीटरम्}} = \frac{(\text{अ}_1)^2}{(\text{अ}_2)^2}$$

अर्थात् $\text{क} = \frac{(४३२०००)^2}{(९३००००००)^2}$

$= \frac{१}{४६०००}$ (आसन्नमान) वर्गसेंटीमीटराणि,

यतः क वर्गसेंटीमीटर सूर्यपृष्ठे = १ वर्गसेंटीमीटर भूपृष्ठे

अत एव क वर्गसेंटीमीटरेषु सूर्यपृष्ठे तापः = भूपृष्ठस्य वर्गसेंटीमीटरे तापलाभः

= १.९३ कैलोरीमित

अत एव १ वर्ग सेंटीमीटरे सूर्यपृष्ठे ताप $= \frac{१.९३}{\text{क}}$ कैलोरीमित

= १.९३ × ४६०००

= ८.००० 'कैलोरी'मित प्रतिमिनटम्

= ९ अश्वबलशक्तिः

एवं सम्पूर्णात् सूर्यपृष्ठात् प्रतिसेकिण्ड ५×१०^२३ अश्वबलशक्तिर्निःसरति । अस्य महातापराशेः केवल $\frac{१}{२,२०,००,००,०००}$ अंशो भूपृष्ठेन लभ्यते, तथापि ... २०,००,००० अश्वबलशक्तिसम प्रतिवर्गक्रोशार्धं प्राप्यते । अस्याः सूर्यतापशक्तेर्निर ...

विज्ञानविद्भिरनेके प्रयत्नाः कृताः, परन्तु केवलं लघुकार्यसञ्चालनमेव सूर्यतापशक्त्या अद्यपर्यन्तं कृतम् ।[1]

५.४३ सूर्यस्य तापक्रमः

तापविकिरणनियमैः पदार्थस्य तापविकिरणं लब्ध्वा तापक्रमस्य मापनं नातिदुष्करम् । नियमानां विवरणबोधाय भौतिकशास्त्रस्य पर्याप्तं ज्ञानस्यापेक्षा वर्तते, तथापि किञ्चिन्मात्रं प्रदर्श्यते—

(१) स्टेफेन नियमः । अत्र सूत्रं निम्नलिखितमस्ति—

तापशक्तिः = ५.६७२ × $१०^{-५}$ × (तापक्रमः)^{४}

[तापक्रमो निरपेक्षमापके] ४

अनेन यदि पदार्थस्य तापक्रमो द्विगुणीभवति, तापशक्तिश्च १६ गुणिता भवति ।

(२) वीन-नियमः । यदि महत्तमतापविकिरणे तरङ्गदैर्घ्यं y अस्ति, तर्हि

$$y = \frac{०.२८९७}{\text{तापक्रमः}} \text{ (निरपेक्षमापके)}$$

(३) प्लैङ्क-नियमः । अत्र कस्मिंश्चिदपि तापक्रमे, कस्मिंश्चिदपि च तरङ्गदैर्घ्ये तापविकिरणमापनं शक्यम् । (सूत्रमतिदुर्बोधत्वादत्र न दत्तम्)

सूर्यतापक्रम एभिर्नियमैर्माप्यते । स्टेफेन नियमेन ५९८०° K° मितः[2], वीननियमेन ६१००° K-मितः, प्लैङ्कनियमेन च ६००° K-मितोऽस्ति । तापक्रमोऽयं बिम्बमध्यभागे लभ्यते, परन्तु विभिन्नभागेषु विभिन्नास्तापक्रमा लभ्यन्ते (सर्वेषां मध्यमानं ५७५०° K-मितमस्ति) । वर्णमण्डलस्य निम्नभागे ४५००' K मितः, प्रभामण्डले ३०००° K-मितः, सूर्यलाञ्छनस्य प्रच्छायभागे च ४६००° K मितः तापक्रमा भवन्ति । सूर्यकेन्द्रस्य तापक्रमो महत्तमः २०,००,०००° K-मितः ।

५.४४ तापविकिरणस्य समस्या

सूर्यः कोटिशताब्दात् प्रतिसेकिण्डं ५ × $१०^{२३}$ अश्वबलसमशक्तिं विकिरति, अत एव प्रश्नोऽयं स्वाभाविको यत् कुतः स लभते शक्तिम् ? अत्र द्वे मते प्रश्नस्यास्योत्तरं दत्तः—

(१) परमाणूनां गर्भे महती शक्तिर्निहितास्ति । 'हाइड्रोजन'मन्येषामल्पमात्रायाम्, परमाणु'बम'पातेन चात्यधिकमात्रायामीदृशी शक्तिर्लभ्यते । परन्तु सर्वत्रैव तापाधिक्याद्

---

1. द्रष्टव्या 'धर्मयुग'नामपत्रिका १९६१ तमे स्विस्ताब्दे ५ फरवरीमासस्य, यत्र नैकानि चित्राणि दत्तानि सूर्यतापनियन्त्रणस्य ।
2. K-चिह्नं निरपेक्षतापमापकविधौ स्थाप्यते । निरपेक्षतापमापकस्थतापक्रमे २७३° संयुज्य सेन्टीग्रेडमापके तापक्रमो लभ्यते । यथा उदाहरणार्थं १५° K = १५ × २७३ = २८८° सेन्टीग्रेडम् ।

निरन्तर परमाणुभङ्गाः स्वतो भवन्ति, असीमिता च शक्तिः प्रतिसेकिण्ड निस्सरति। सूर्ये हाइड्रोजनञ्चापि पर्याप्तमात्रया लभ्यते। हाइड्रोजनपरमाणवो हेलियमपरमाणवो भवन्ति, अत्यधिकाञ्च शक्ति जनयन्ति।[1]

(२) भौतिकशास्त्रे पिण्डमात्रा शक्तिश्च पर्यायवाचिनौ शब्दौ। अत एव शक्तिविकिरणात् पिण्डमात्राहानिरवश्यम्भाविनी। सापेक्षवादेन गण्यते यत् 'ग्राम'-एकमितपिण्डमात्राया हाने २,२०,००,००,००,००,००० कैलोरीमितशक्तिर्निस्सरति। अनेन नियमेन प्रति सेकिण्ड ४,००,००,००,००० 'टन'मितपिण्डमात्राहानिर्भवति। अनुपातोऽयं दृश्यते भयावहः, परन्तु अनेनैवानुपातेन १०,००,००,००,००,००० वर्षेषु ७% पिण्डमात्राया हानिर्भवति।

षष्ठोऽध्यायः

ग्रहाः

(ग्रहविषयकसिद्धान्ताः)

['किमस्मत्पृथिव्येव सूर्यं परिक्रमति, अन्येऽपि वा पिण्डाः' इति जिज्ञासयातिप्राचीनज्योतिर्विदस्तादृशान् पञ्च ग्रहानाहुः । तेषां तल्लक्षणानाञ्चात्र सामान्यं वर्णनम् ।]

६.१ ग्रहनक्षत्रयोर्भेदः

निशायां यावदाकाशस्यावलोकनं क्रियते, तावत्तत्र नीलाम्बरे रत्नानीव नैकप्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते । प्राकृतजनैस्ते नक्षत्राणीत्युच्यन्ते, परन्तु न ते तथा । सर्वे प्रकाशबिन्दवो नक्षत्राणि न । नक्षत्राणां मध्ये ग्रहा अपि वर्तन्ते, ये सामान्यतया नक्षत्रपुञ्जानां मध्ये स्थानपरिवर्तनेन स्वग्रहत्वं सूचयन्ति । ज्योतिर्विद्भिरिमे भेदा ग्रहनक्षत्रयोः प्राप्ताः—

(१) सर्वप्रथमन्तु ग्रहाश्चलाः प्रकाशबिन्दवः (आङ्ग्लभाषाया ग्रहेभ्यो यः Planet शब्दः प्रयुज्यते, तस्य व्युत्पत्त्यर्थः 'चलः' एव), नक्षत्राणि चाचलानि । यद्यद्य कोऽपि ग्रहो मेषराशौ दृश्यते, कालान्तरे स एव वृषराशौ भविष्यति, अर्थात् ग्रहस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च चलाः । नक्षत्राणि सदैवैकस्मिन्नेव राशौ तिष्ठन्ति, तेषां विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च स्थिराः ।

(२) नक्षत्राणि सूर्य इव स्वतन्त्रपिण्डाः, तानि प्रायेण सूर्यसमानि सूर्याद् दीर्घतराणि वा । ग्रहाः सूर्यमण्डलस्याङ्गरूपाः, सूर्याद् अल्पपरिमाणकाः, सूर्याधीनाश्च; सूर्यं परितः परिभ्रमणशीलत्वात् ।

(३) नक्षत्राणि निजौज्ज्वल्येन प्रकाशतां यान्ति, तानि सूर्य इव प्रकाशवन्ति । ग्रहाश्च चन्द्र इव प्रकाशहीनपिण्डाः । तेषामुपरि ये सूर्यरश्मयः पतन्ति, त एव तान् अस्मान् प्रदर्शयन्ति ।

(४) ग्रहाणां प्रकाशः स्थिरौज्ज्वल्येन भाति, परन्तु नक्षत्राणि कम्पप्रभया प्रकाशन्ते ।

(५) दूरदर्शकयन्त्रेण ग्रहाणां निश्चिताकारबिम्बं दृश्यते, परन्तु नक्षत्राणि महाभिवर्धनशक्तिभिर्दूरदर्शकयन्त्रैरपि केवलं देदीप्यमानबिन्दव इव दृश्यन्ते ।

(६) नक्षत्राणि सूर्य इव ज्वलनशीलपिण्डाः, ग्रहास्तु चन्द्र इव उष्णत्वहीना अतिशीतलाः (शनिगुरू प्रायेण हिममयावेव) । तेषु यदाप्यूष्मा लभ्यते तस्य कारणं सा तापकिरैव, या सूर्यात् तैः प्राप्ता ।

६.२ ग्रहाणां संख्या

सौरपरिवारे सन्ति सहस्रशो ग्रहाः, तेषामुपग्रहाः, धूमकेतवः उल्कापिण्डाश्च । एषां मध्ये ग्रहा मुख्याः प्राचीनशास्त्रैः स्वीकृताश्च । यूरोपदेशेषु प्राचीनकाले षड्ग्रहा च ते

सप्तसंख्याका आसन्। तदा 'भूः स्थिरा' इति सर्वेषां सम्मतिरासीत्। अत एव सा ग्रहेभ्यो व्यतिरिक्तैव गणिता ज्योतिर्विद्भिः। सूर्यचन्द्रौ तदा ग्रहाणां मध्ये गणितावास्ताम्। अन्ये च ग्रहा बुधशुक्रभौमगुरुशनय आसन्। भारतीयानामप्येवमेव गणनासीत्।[1]

कापनिकसमहोदयेन भुवः सूर्यमभितो भ्रमणं प्रतिपादितम्, सूर्यश्च केन्द्रे स्थापितः। ततो भुवो ग्रहत्वं चन्द्रस्य च तस्योपग्रहत्वं निश्चितम्। तदाप्रभृति बुधशुक्रभूभौमगुरुशनयो ग्रहा इति प्रसिद्धिः।

खिस्ताब्दे १७८१-तमे शनिकक्षाबहिः स्थित एको नूतनग्रह उपलब्धो 'हर्शल'महोदयेन। तस्य नाम 'हर्शल' अथवा 'युरेनस' अस्ति। देववाण्यां वरुणनाम्नोपज्ञातोऽयम्। तदनन्तरं खिस्ताब्दे १८४६-तमे 'लेविरिए'महोदयेन वरुणकक्षाबहिः स्थितोऽन्यो ग्रहो दृष्टः, तस्य नाम च 'नेप्च्यून' कृतम्। गीर्वाणवाण्यामयमिन्द्रनाम्ना प्रसिद्धः। अचिरात्पूर्वमेव खिस्ताब्दे १९३० तमे 'लॉवेल'महोदयेन 'प्लूटो'ग्रह इन्द्रकक्षाया बहिरुपलब्धः, संस्कृतभाषायां स एव 'कुबेर'नाम्ना प्रथितः। एवमधुना नवसंख्याका ग्रहाः—बुधशुक्रभूभौमगुरुशनि-वरुणेन्द्रकुबेराः।

६.२१ ग्रहाणां संक्षिप्तं सामान्यवर्णनम्

बुधः—यदा कदा सान्ध्यालोके दृश्यते क्षितिजस्य समीपे प्रातःकाले पूर्वदिशि, सायंकाले च पश्चिमदिशि।

शुक्रः—अतिभासुरो ग्रहोऽयं दिवापि कदाचिद् नेत्रगोचरतां याति। सामान्यतया प्रातःकाले पूर्वक्षितिजे, सायंकालेऽपरक्षितिजे चालोक्यते।

भौमः—रक्तवर्णेनोपलक्ष्यते। भुवः समीपेऽतिभासुरः।

गुरुः—आकारे भारे च बृहत्तमो ग्रहः, अतिभासुरश्च।

शनिः—सुदूरवर्तित्वात् शनैः शनैश्चरति।

वरुणः—सुदूरवर्ती षष्ठकोटिकनक्षत्रतुल्यः केवलं तीक्ष्णदृष्टिकेन जनेन दृश्यते।

इन्द्रकुबेरौ—दूरदर्शकयन्त्रेणैव दर्शनीयतां भजेते।

६.३ ग्रहाणां वर्गीकरणम्

सन्ति नैके प्रयासा ज्योतिर्विदां ग्रहवर्गीकरणविषये। प्रमुखवर्गीकरणानि दीयन्तेऽध—

(१) लघुग्रहाः, प्रधानग्रहाश्च। बुधशुक्रौ लघुग्रहौ, भौमगुरुशनिवरुणेन्द्रकुबेराः प्रधानग्रहाः। लघुग्रहाणां कक्षा भूकक्षान्तर्गता, प्रधानग्रहाणां कक्षा च भूकक्षाबहिर्गता। अत एव लघुग्रहाणां दैनन्दिनी गतिः पृथिव्यपेक्षया शीघ्रा, प्रधानग्रहाणां मन्दा।

---

1 भारतीयफलितज्योतिर्विद्यायां यो नवग्रहाणामुल्लेखस्तस्मिन् सूर्यचन्द्रबुधशुक्रभौमगुरुशनयः सराहुकेतुकाः सन्ति।

(२) अन्तर्ग्रहाः, बहिर्ग्रहाः । बुधशुक्रभौमा अन्तर्ग्रहाः, गुरुशनिवरुणेन्द्रकुबेरा बहिर्ग्रहाः । अन्तर्ग्रहा भुवो लघीयांसः, बहिर्ग्रहाश्च गरीयांसः । अन्तर्ग्रहा अवान्तरग्रहाणामेकस्मिन् पक्षे, बहिर्ग्रहाश्चापरे पक्षे ।

(३) पार्थिवग्रहाः, मुख्यग्रहाः । बुधशुक्रभौमकुबेराः पार्थिवग्रहा भुवोऽल्पीयांसः, मुख्यग्रहा भुवो महीयांसः ।

६.३१ प्रमुखग्रहाणां परिक्रमणे सामान्यम्

यदि तिष्ठेत् कोऽपि जनः सौरपरिवाराद् बहिः कस्मिन्नपि नक्षत्रे, पश्येत् स सौरपरिवारस्य प्रमुखग्रहाणां परिक्रमणे नियमविशेषान् ।

(१) तेषां कक्षाः प्रायेण वृत्ताकाराः । यद्यपि सर्वेषां ग्रहाणां कक्षा दीर्घवृत्ताकारा, तथापि तेषामुत्केन्द्रिताऽत्यल्पमिता, आकारास्त्वात एव वृत्ताकाराः । केवलं कुबेरबुधयोरुत्केन्द्रिता पर्याप्ता ।

(२) तेषां कक्षाः प्रायेणैकस्मिन्नेव तले, अर्थात् समतल एव सर्वे ग्रहा भ्रमन्ति । कुबेरं विहाय सर्वे वामचक्र एव भ्रमन्ति, अर्थात् तेषां कक्षागमनमपसव्यमेव ।

(३) ते सर्वे पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति । पश्चिमतः पूर्वगमनमृजुगतिः कथ्यते ।

६.४ ग्रहाणां सूर्याद् दूरत्वम्

सौरपरिवारस्य केन्द्रे सूर्यः सर्वेषां ग्रहाणां परिचालक इव तिष्ठति । सर्वे ग्रहा गुरुत्वाकर्षणरूपरज्ज्वा सूर्यं परितो भ्रमन्ति भिन्नभिन्नदूरत्वे । सूर्याद् ग्रहस्य दूरत्वं मन्दकर्णः कथ्यते । कक्षाया दीर्घवृत्ताकारत्वाद् मन्दकर्णो न सदा समः । सर्वमन्दकर्णानां मध्यममानं तस्य ग्रहस्य मध्यमकर्णं उच्यते । सामान्यभाषया सूर्याद् मध्यमदूरत्वं मध्यमकर्णः ।

'बोडे'नियमः[1]

सूर्यस्य समीपतमो ग्रहो बुधः, तदनन्तरं शुक्रभूमीभौमगुरुशनिवरुणेन्द्रा उत्तरोत्तरं दूरतराः, कुबेरश्च दूरतमो ग्रहः । एषां दूरत्वस्मरणसौकर्याय (कण्ठस्थकरणसौकर्याय) 'बोडे'-महोदयेन ख्रिस्ताब्दे १७७२-तम एकं सूत्रं निर्धारितम् । तेन दूरत्वक्रमानुसारं शनिपर्यन्तं ग्रहा लिखिताः[2], पुनस्तेषामधस्तात् ०,३,६,१२ अङ्काः (अत्र ३,६,१२ आदयो गुणोत्तरश्रेण्यां सन्ति) लिखितव्याः । तेषु ४ मितं संयोज्य दशभिर्विभज्य दूरत्वं लभ्यते । अत्र पृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वमेकमितम् । तेनैवानुपातेनान्येषां ग्रहाणां दूरत्वं ज्ञेयम् । अग्रे 'बोडे'नियमेन दूरत्वक्रमो दीयते, अन्तिमपङ्क्त्या द्वितीयदशमलवस्थानपर्यन्तं वास्तविकमध्यमकर्णं दत्ताः ।

---

१. यद्यपीदं ज्यौतिषशास्त्रीयं पद् बोडेनियमः कदर्थीकरणाय रचितं मन्त्रमात्रम् ।

२. यदा 'बोडे'महोदयेन सूत्रं निर्धारितं तदा शनिपर्यन्तमेव ग्रहा विदिता आसन् ।

६.५१ भगणकालः (परिक्रमणकालः)

ग्रहेण भमण्डलपरिभ्रमणे किंवा सूर्यं परितः पूर्णपरिभ्रमणे यः कालोऽतिक्रम्यते, स तस्य भगणकालः परिक्रमणकालो वा । भगणकाल एव नाक्षत्रकालो ग्रहस्य । भगणकालः कक्षादैर्ध्याधीनः । यदि कक्षावृत्तं लघु, भगणकालोऽपि लघुः । यदि कक्षावृत्तं बृहत्, भगणकालोऽपि दीर्घः । भगणकाल मध्यमदूरत्व सम्बन्धः केप्लरस्य आकर्षणशास्त्रीयतृतीयनियमेन नियतः । तेन नियमेन

$$\frac{(\text{ग्रहस्य मध्यमदूरत्वं})^3}{(\text{ग्रहस्य परिक्रमणकालः})^2} = \text{स्थिरः राशिः ।}$$

बुधस्य परिक्रमणकालः सर्वाधिकाल्पकालिकः । बुधः ८८ दिनान्येव सूर्यं परितो भ्रमति । कुबेरस्य भगणकालः सर्वाधिकदीर्घकालिकः, स प्रायः २४८ वर्षेषु सूर्यस्य परिक्रमणं करोति ।

६.५२ युतिकालः

यदा कोऽपि ग्रहो (यथा भौमः) भूपृष्ठस्थपुरुषेण सूर्यस्य षड्भान्तरे वेधेन दृश्यते, तदा यावत्कालानन्तरं (भौमः) ग्रहः पुनर्भूपृष्ठस्थपुरुषेण षड्भान्तरे दृश्यते, तावत्कालावधिः (ग्रहस्य भौमस्य) युतिकाल उच्यते । एवं युतिकालः सूर्यग्रहयुत्यन्तरम् ।

युतिकालो ग्रहस्य भुवश्च भगणकालाधीनः । युतिकालानयने निम्ननियमः—

प्रधानग्रहयुतिकालानयनम्— $\frac{१}{\text{ग्रहयुतिकालः}} = \frac{१}{\text{भूपरिक्रमणकालः}} - \frac{१}{\text{ग्रहपरिक्रमणकालः}}$

लघुग्रहयुतिकालानयनम्— $\frac{१}{\text{ग्रहयुतिकालः}} = \frac{१}{\text{ग्रहपरिक्रमणकालः}} - \frac{१}{\text{भूपरिक्रमणकालः}}$

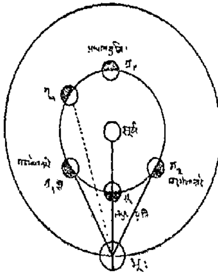
६.६१ लघुग्रहाणां दृष्टिः कलाश्च

लघुग्रहाणां चन्द्रस्येव कलानां वृद्धिक्षयौ स्तः । वृद्धिक्षयप्रक्रिया ग्रहस्य इनान्तर-परिवर्तनाज्जायते । इनान्तरं भूपृष्ठस्थपुरुषस्य विभिन्नकाले ग्रहदृग्सूत्र सूर्यदृग्सूत्रसन्निहितकोणः, अर्थात् सूर्य भू ग्रहकोणः । चित्रे सू भू-ग$_{५}$ ग्रहस्य ग$_{५}$ अवस्थायामिनान्तरम् ।

लघुग्रहाणां परिक्रमणकालो वर्षाद् (भूभगणकालाद्) अल्पः, अत एव ते सूर्यान्तिकभ्रमण शीलगामिनः, सूर्यस्थानात् कदाचित्पूर्वे, कदाचित् पश्चिमे दृश्यन्ते ।

दृष्टिः

यदा लघुग्रहः सूर्यभुवोर्मध्ये आपतति तदा लघुयुतिः कथ्यते । यदा सूर्यो लघुग्रहभुवोर्मध्ये आपतति तदा प्रधानयुतिः कथ्यते । इनान्तरं सूर्यभूरेखया ग्रहभूरेखया सह निर्मितः कोणः, अस्य



लघुग्रहदृश्यं दृष्टिः

महत्तमं मानं परमेणान्तरम्। परमेणान्तरे कोणः सू-ग्र-भू=९०°। शुक्रस्य परमेणान्तरं[1] ४८°, बुधस्य २८° मितमस्ति।

कलाः

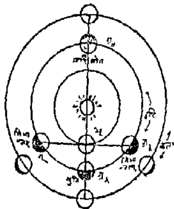
लघुयुतौ लघुग्रहो न दृश्यते, तत्र तस्य अमावस्या लघुग्रहस्य अप्रकाशितभागस्य अस्माकं सम्मुखवर्तित्वात्। प्रधानयुतौ लघुग्रहः पूर्णो दृश्यते, तत्र तस्य पूर्णाः कलाः—पूर्णप्रकाशितभागस्य अस्माकं सम्मुखवर्तित्वात्। परमेणान्तरे चाष्टमीकलं दृश्यते। लघुयुति परमेणान्तरमध्ये वक्रशृङ्ग-कलां वहति ग्रहः, परमेणान्तर-प्रधानयुतिमध्य एकादशीं कलां भजते ग्रहः।

६·६२ प्रधानग्रहाणां दृष्टिः कलाश्च

प्रधानग्रहाणां परिक्रमणकालो वर्षाधिकः, अत एव ते सूर्यापेक्षया आरात् पूर्वदिशि मन्दतरं भ्रमन्त इव दृश्यन्ते। सूर्यश्च काले काले तानतिक्रामति। तेषामिनान्तरं लघुग्रहाणामिव न सीमितम्, प्रत्युत तस्य मानं शून्यात् षड्भपर्यन्तं लभ्यते।

दृष्टिः

यदा भूः सूर्यग्रहयोर्मध्य आपतति तदा षड्भान्तरं (प्रतियोगः) भवति। यदा सूर्यो भूग्रहयोर्मध्ये पतति तदा युतिः कथ्यते। यदा कोणः सूर्य-भू-ग्रहः समकोणमितस्तदा त्रिभान्तरं (वृत्तपादः) उच्यते।



प्रधानग्रहस्य दृष्टिः कलाश्च

[1] परमेणान्तरमेवं निर्धार्यते परमेणान्तरम् = ग्रहस्य मध्यममन्दकर्णः / सूर्यस्य मध्यमो मन्दकर्णः

कला

पड्भान्तरे युतौ च ग्रहस्य पूर्णकला, पूर्णप्रकाशितभागस्य भूसम्मुखत्वात्। त्रिभान्तरे किञ्चित् कलाक्षय, तथापि मयोदधीकलावद् दृश्यते ग्रह । अयं कलामयोऽपि केवल भौमस्य, अन्येषा तु सुदूरवर्तित्वात् सदैव पूर्णा कला विद्यते। अमा न विद्यते प्रधानग्रहाणाम्।

६.७ ग्रहाणां गतिः

नक्षत्राणां भूमिकायां ग्रहाणां विचित्रा गतिर्दृश्यते। कदाचित्ते नक्षत्रमण्डलाना मध्ये पूर्वदिशा गच्छन्तो दृश्यन्ते, कदाचित् पश्चिमदिशा गच्छन्ति। कदाचिच्च ते स्थिरा इव प्रतिभान्ति। एवं तेषां गतित्रयम्—वक्रा, स्थिरा, ऋज्वी च।

६.७१ ऋज्वी गति

यथा यथा भूर्निजकक्षाया निर्धारितदिशाया सूर्यं परितो भ्रमति, तथा तथा व्यत्यासेन सूर्यो विपरीतदिशायां भ्रमन्निव दृश्यते। सूर्य भू रेखा घटिकासूचिकाभ्रमणस्य प्रतिकूलदिशाया

भूपरिक्रमणम् ऋज्वीगतिः घटिकायन्त्रम्

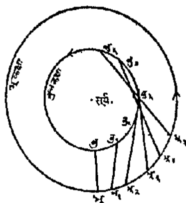
भ्रमति, गतिश्च ऋज्वी गतिरुच्यते। अत एव ज्योतिर्विद्भिर्निश्चितं यद् यदि ग्रह भू रेखा घटिका सूचिका प्रतिकूलभ्रमणं कुर्वन्ती प्रतीयते, तर्हि ग्रहस्य गतिः ऋज्वी, यदि च ग्रह भू रेखा घटिका अनुकूलभ्रमणं कुर्वती प्रतीयते, तर्हि ग्रहस्य गतिर्वक्रा।

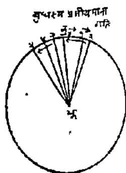
ऋजुगत्यां क्षेत्रांशा उत्तरोत्तर वृद्धिं लभन्ते, वक्रगत्यां च तेषां ह्रासो दृश्यते।

६.७२१ लघुग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या

लघुग्रहस्य (बुधस्य शुक्रस्य वा) कक्षावृत्तं भूकक्षावृत्ताद् लघुतरम्, अत एव तस्य गति भूमेः गतेर्द्रुततरा। यदि लघुग्रहो बुधोऽस्य लघुयुतौ स्थित (प्रथमचित्रे रेखयान्वीता स्थिति 'भू' 'बु' अस्ति), बुध भू रेखा द्वितीयचित्रे भू बु अस्ति। यदा भूः स्वकक्षायां भू$_{१}$ स्थाने भविष्यति, बुधस्य बु$_{१}$ स्थाने। बुधभूरेखा द्वितीयचित्रे बु$_{१}$ भू$_{१}$ भविष्यति। शनैः शनैः भू कक्षायां भू$_{२}$ भू$_{३}$ भू$_{४}$ भू$_{५}$ स्थानेषु भविष्यति, बुधश्च बु$_{२}$ बु$_{३}$ बु$_{४}$ बु$_{५}$ स्थानेषु। बुध भू रेखा द्वितीयचित्रे बु$_{२}$ भू$_{२}$, बु$_{३}$ भू$_{३}$, बु$_{४}$ भू$_{४}$, बु$_{५}$ भू$_{५}$ भविष्यति। पूर्वानुच्छेदे वर्णितं यद् ग्रहस्य गतिः ऋज्वी वा आनुकूल्यक्रमभूरेखायाः परिवर्तनस्य दिशया निर्धार्यते। अत एव द्वितीयचित्रे दिशा केवलमस्माकं विचारणीया। भूबु भू$_{१}$बु$_{१}$, रेखा भू$_{२}$बु$_{२}$, रेखया घटिकासूचिका

नुकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भूबु$_1$-भूबु$_2$ रेखयोः भूबु$_2$ रेखायाः। अत एव ग्रहस्य गतिः बुबु$_1$-मध्ये बु$_1$ बु$_2$-मध्ये च वक्रा। भूबु$_2$-भूबु$_3$-रेखयोः भूबु$_3$-रेखाया घटिका-सूचिकाप्रतिकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भूबु$_3$ भूबु$_4$-रेखयोः भूबु$_4$-भूबु$_5$-रेखयोः क्रमशः भूबु$_4$ भूबु$_5$-रेखयोः। अत एव ग्रहस्य गतिः बु$_2$-बु$_5$ मध्ये ऋज्वी अस्ति।



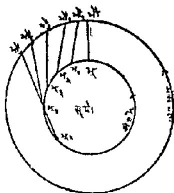


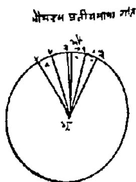
लघुग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या

६.७२२ प्रधानग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या।

प्रधानग्रहस्य (भौमगुरुशन्यादीनां) कक्षावृत्तं भू-कक्षावृत्ताद् बृहत्तरम्, अत एव तस्य गतिर्भुवो गतेर्मन्दतरा। यदि भौमः प्रधानग्रहोऽस्य प्रतियोगे स्थितः, प्रथमचित्रेऽस्यतनीया

प्रधानग्रहस्य वक्रगतेर्व्याख्या



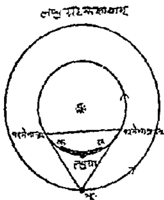


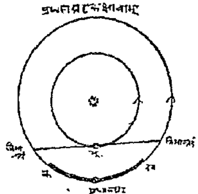
स्थितिः क्रमशः 'भू' 'भौ' अस्ति, भौम भू-रेखा द्वितीयचित्रे भू भौ अस्ति । इतो भूः स्वकक्षायां भू$_{१}$ स्थाने भविष्यति, भौमश्च भौ$_{१}$-स्थाने । भौम भू रेखा द्वितीयचित्रे भौ$_{१}$ भू भविष्यति । शनैः शनैः भूः स्वकक्षाया भू$_{२}$ भू$_{३}$ भू$_{४}$ भू$_{५}$ स्थानेषु भविष्यति, भौमश्च भौ$_{२}$ भौ$_{३}$ भौ$_{४}$ भौ$_{५}$ स्थानेषु । भौम भू-रेखा च द्वितीयचित्रे क्रमशः भौ$_{२}$ भू$_{१}$, भौ$_{३}$ भू, भौ$_{४}$ भू, भौ$_{५}$ भू भविष्यति । पूर्वानुच्छेदवद् द्वितीयचित्रे लिखिता रेखा एव विचार्याः । भूभौ भूभौ$_{१}$-रेखयोः भू-भौ$_{१}$ रेखाया घटिकासूचिकानुकूलदिशायां परिवर्तनमस्ति, एवमेव भूभौ$_{१}$-भूभौ$_{२}$ रेखयोः भूभौ$_{२}$-रेखायाः । अत एव ग्रहस्य गतिः भौ भौ$_{१}$-मध्ये भौ$_{१}$ भौ$_{२}$ मध्ये च वक्रा । भूभौ$_{२}$ भूभौ$_{३}$-रेखयोः भूभौ$_{३}$-रेखा घटिकासूचिकाप्रतिकूलदिशाया परिवर्तनमस्ति, एवमेव भूभौ$_{३}$-भूभौ$_{४}$-रेखयोः, भूभौ$_{४}$ भूभौ$_{५}$-रेखयोः क्रमशः भू भौ$_{४}$-रेखायाः, भू$_{५}$ भौ रेखायाः । अत एव ग्रहस्य गतिः भौ$_{२}$-भौ$_{५}$ मध्ये ऋज्वी अस्ति ।

६.७.२.३ स्थिरबिन्दवः

प्रधानग्रहस्य

प्रधानग्रहस्य भ्रमणमधुना प्रधानयुतितो विचार्यते । प्रधानयुतेः पश्चाद् ग्रहो नक्षत्राणां भूमिकायां पूर्वदिशायां चलति, विषुवांशाश्चास्य क्रमशो वर्धन्ते । किञ्चित् कालानन्तरं कृत्वाद्यानन्तरं





तस्य प्रतीयमाना गतिर्मन्दा मन्दतरा च भवति । तत्र एकस्मिन् बिन्दुविशेषे गतिः शून्यमिता भवति, ग्रहश्च कतिपयदिवसैः स्थिरो दृश्यते । बिन्दुविशेषोऽयं 'स्थिरबिन्दु' इत्युच्यते । स्थिरबिन्दोः

पश्चाद् ग्रहो नक्षत्राणां भूमिकायां पश्चिमदिशायां चलति, विषुवांशाश्चास्य क्रमशो हीयन्ते। प्रतियोगे वक्रभ्रमणस्य मध्यं भवति। ततः एषोऽन्यो बिन्दुरागच्छति यत्र वक्रगमनं समाप्तं भवति, ग्रहश्चाचलो दृश्यते। अयं बिन्दुरपि स्थिरबिन्दुरुच्यते (एवं ग्रहपरिक्रमणमार्गे एकस्मिन् युतिकाले द्वौ स्थिरबिन्दू भवतः)। ततो ग्रहः पूर्वदिशायां चलति, विषुवांशाश्च वर्धन्ते।

लघुग्रहस्य

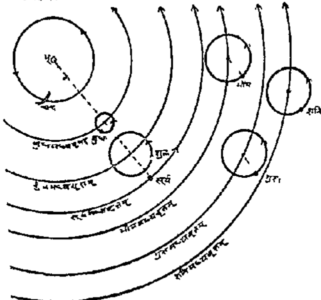
लघुग्रहस्य गतिः पूर्ववत्। प्रथमस्थिरबिन्दुः परयोगान्तरस्य पश्चाद् भवति। लघुयुतौ वक्रभ्रमणस्य मध्यं भवति। (द्रष्टव्यं १२३ पृष्ठस्य चित्रम्)।

६.८ ग्रहगतिविषयकसिद्धान्ताः

यूरोपीयदेशेष्वाधुनिकसिद्धान्तस्य पूर्वमनेके सिद्धान्ताः काले काले प्रचलिता आसन्। ग्रहाः खगोले निजगत्यापि चलन्ति (नक्षत्राणि केवलं खगोलेन सह चलन्ति, खगोलश्च पूर्वतः पश्चिमं गच्छति) इति प्रत्ययमासीत् सर्वेषाम्। परं यदि तेषां भूकेन्द्रिककक्षासु भ्रमणं स्वीकृतं स्यात्तर्हि तेषां वक्रगतिः (द्रष्टव्यः पूर्वानुच्छेदः) अव्याख्याता भवेत्। अत एव विभिन्नैः ज्योतिर्विद्भिर्विभिन्नसिद्धान्तेन गतिर्व्याख्याता। अत्र 'टालेमी'सिद्धान्तोऽतिप्रसिद्ध आसीत्।

६.८१ 'टालेमी'सिद्धान्तः

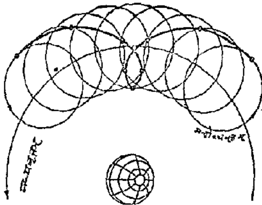
गलेमीमहोदयस्य मतं १४० तमे खिस्ताब्दे सर्वप्रथमं प्रचलितमभवत्, प्रायश्चतुर्दश



टालेमी सम्मत-सौरपरिवार

शतकैः सम्मानित एवाभवत्। टालेमीमहोदयस्य मतेन पृथिवी ह्यचला, सूर्यादयस्तां परितो भ्रमन्ति। प्रत्येकं ग्रहस्य त्वेकं मध्यवृत्तमस्ति, परन्तु ग्रहो मध्यवृत्ते न भ्रमति। स एकस्मिन् वृत्ते (मन्दोच्चाख्ये) भ्रमति, वृत्तस्य केन्द्रञ्च मध्यवृत्ते भ्रमति। सूर्यचन्द्रयोर्मन्दोच्चं वृत्तं न वर्तते। शुक्रबुधयोरेव मध्यवृत्ते सूर्यस्य मध्यवृत्तान्तरवर्तिनी। तयोर्मन्दोच्चवृत्तकेन्द्रस्य परिभ्रमणकालः सूर्यपरिक्रमणकालसमो वर्षैकमितः, परन्तु तयोर्मन्दोच्चकेन्द्रे एवं भ्रमतो यत् ते भूसूर्यरेखायां तिष्ठतः। भौमगुरुशनीनां मध्यवृत्तानि सूर्यस्य मध्यवृत्ताद् बहिः सन्ति, परं तेषां ग्रहमन्दोच्चकेन्द्र-रेखा सदैव सूर्यभूरेखायाः समानान्तरा वर्तते।

'टालेमी'महोदयस्य मन्दोच्चवृत्तप्रधानमतेन ग्रहाणां वक्रगतिः सफलतया व्याख्यायते (द्रष्टव्यमधश्चित्रम्)। यथा यथा ग्रहाणां वेधेषु यथार्थता आगच्छत्, तथा तथा 'टालेमी'-मते न्यूनता दृष्टा, तथा तथा च शीघ्रोच्चवृत्तादीनां कल्पना कृता। अधुना मतमिदं पूर्णतोऽभ्रमः वृतमाकर्षणसिद्धान्तमूलकव्याख्यया।



वक्रगतिव्याख्या

६.८२ केप्लरनियमाः

अधुना त्विदं सुनिश्चितमेव यत् सौरमण्डले मध्यस्थाने सूर्यो वर्तते, सर्वे ग्रहाश्च तमभितो भ्रमन्ति। तेषां परिभ्रमणहेतुराकर्षणशक्तिरेव। (आकर्षणशक्तेः सर्वपरिचितमुदाहरणं भुवो गुरुत्वाकर्षणशक्तिरस्ति, यया आकृष्टाः सर्वे पिण्डा उच्चस्थानादधो निपतन्ति)। ग्रहा रज्जुप्रोतबद्ध-पिण्डा इव भ्रमन्ति। रज्जुः मध्यमकर्णमेव।

ग्रहगतिविषयकनियमनिर्धारणे सर्वाधिकः सफलः 'केप्लर'महोदयः। स 'टाइकोब्राहे'-महोदयस्य वेधफलानि गणितीयविश्लेषणैः संस्कृत्य त्रीन् महत्त्वपूर्णनियमान् प्रत्यपादयन्।

(१) प्रथमो नियमः—ग्रहाणां कक्षा दीर्घवृत्ताकाराः, सूर्यश्च अन्यतरनाभौ तिष्ठति।[1]

(२) द्वितीयो नियमः—स्वकक्षायां ग्रहस्यैवं गतिर्यद् ग्रह कक्षा केन्द्र रेखा समकाले समक्षेत्राण्याक्रामति।

(३) तृतीयो नियमः—परिक्रमणकालवर्गमानं मध्यमकर्णस्य (सूर्याद् मध्यमदूरत्वस्य) घनमानस्यानुपाति। अर्थात्

$$\frac{(\text{परिक्रमणकालः})^2}{(\text{मध्यमदूरत्वम्})^3} = \text{स्थिरो राशिः}$$

६.८३ ग्रहकक्षावृत्तस्य तत्त्वानि

महाकाशे ग्रहस्य स्थितिं ज्ञातुं ग्रहकक्षां निश्चेतुं सप्ततत्त्वानामावश्यकता दृश्यते। एतानि तत्त्वानि सचिह्नानि दीयन्तेऽधस्तात्—

(१) कक्षावृत्तस्य बृहदक्षार्धस्य मानम् (बृहदक्षः = मध्यमकर्णः) 'a'

(२) कक्षावृत्तस्य उत्केन्द्रिता 'e'

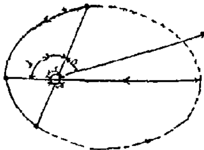
(३) कक्षातलस्य क्रान्तिवृत्ताद् नमनम् (= कक्षानमनम्) 'i'

(४) उत्तरसंपातस्य भोगांशाः 'A'

(५) नीचस्य भोगांशाः 'W'

(६) कालविशेषस्य स्थितिः (भुवकांशाः) 'T'

(७) परिक्रमणकालः 'P' अथवा मध्यमगतिः 'n'

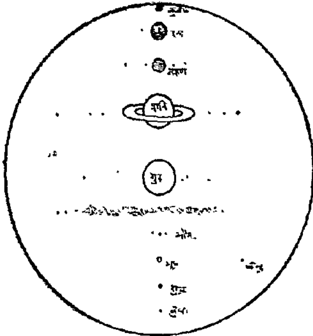


ग्रहकक्षातत्त्वानि

1. द्रष्टव्यः § यत्र दीर्घवृत्तरचना दत्ता

एषु तत्त्वेषु मध्ये प्रथमद्वितीयाभ्यां कक्षावृत्तस्याकारः परिमाणञ्च निश्चीयेते, तृतीयचतुर्थाभ्यां कक्षातलं निर्धार्यते, पञ्चमेन कक्षातले बृहदक्षस्य दिशा निश्चीयते। षष्ठसप्तमाभ्यां कक्षावृत्ते तात्कालिकस्थितिर्ग्रहस्य लभ्यते।

१९५६ तमस्य खिस्ताब्दस्य जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के यानि ग्रहकक्षातत्त्वानि तान्यत्र दीयन्ते।



सूर्यस्य परिमाणम्

६.८४ ग्रहकक्षावृत्ततत्त्वानि

	मध्यमदूरत्वम् 'a' (भूः = १)	मध्यमगतिः 'n' (विकलाः)
बुधः	०·३८७०९९	१४७३२·४२०
शुक्रः	०·७२३३३३२	५७६७·६७०
भूः	१·००००००	३५४८·१९३
भौमः	१·५२३६९११	१८८६·५१९
गुरुः	५·२०२८०३	२९९·१२८
शनिः	९·५३८८४३	१२०·४५५
वरुणः	१९·१८१९६२	४२·२३५

इन्द्रः	३०·०५७७३१	२१·५३२
कुबेरः	३९·५१७७४	१४·२८३

	उत्केन्द्रिता e	कक्षानमनम् (परमशरः) i			उच्चभोगांशाः		
बुधः	०·२०५६२५७	७°	००′	१४·१″	७६°	४६′	१५·१″
शुक्रः	०·००६७९४०	३	२३	३९·१	१३०	५७	०७·३
भूः	०·०१६७२७६	–	—	— –	१०२	११	०१·४
भौमः	०·०९३३६४४	१	५०	५१·८	३३५	१४	५६·६
गुरुः	०·०४८४२८८	१	१८	२०·१	१३	३६	४१·६
शनिः	० ०५५६१५६	२	२९	२४·३	९२	११	०१·१
वरुणः	०·०४७११८५	०	४६	२२·९	१६९	५६	४९·८
इन्द्रः	०·००८५७१७	१	४६	२६·८	४४	१४	२०·६
कुबेरः	०·२४८६४३८	१७	०८	३८·४	३२३	१०	३०·२

	ध्रुवकाः T			संपातस्य भोगांशाः Ω		
बुधः	३°	३१′	३१·७१	४७°	४८′	३५·०″
शुक्रः	३५३°	३१	३२·९५	७६	१७	०१·०
भूः	१००°	०७	३८ ५३	—	—	—
भौमः	२१३	०५	५७·५२	४९	१३	०५·५
गुरुः	१३८	२२	४४·५१	१००	००	१४·२
शनिः	२३१	४३	५१·४०	११३	१६	२१·२
वरुणः	१२४	०६	३०·८९	७३	४६	३३·१
इन्द्रः	२०८	०८	४७·९५	१३१	१७	४४·६
कुबेरः	१३७	३८	०८००	१०९	३८	००·२

विशेषद्रष्टव्यानि

§ ६·१–§ ६·२ नक्षत्राणां भूमिकाया ग्रहाणां चन्द्रमेरुं प्रत्यक्षं भेदकमासीत् । तेषां संख्या पञ्च आसीदिति कदाचिद् ऋग्वेदस्य निम्नदत्तया ऋचा सूच्यते—

अमी ये पञ्चोक्षणो मध्ये तस्थुर्महो दिवः ।

देवत्रा नु प्रवाच्यं सध्रीचीना नि वावृतुर्वित्तं मे अस्य रोदसी ॥ (१-१०५-१०)

गुरोर्नाम तु स्फुटतया दृश्यते ऋग्वेदे—

बृहस्पतिः प्रथमं जायमानो महो ज्योतिषः परमे व्योमन् । (४·५०·४)

शुक्रस्य नामान्तरो 'वेन' इति शब्दो विद्यते निम्नायामृचि—

अयं वेनश्चोदयत्पृश्निगर्भा ज्योतिर्जरायू रजसो विमाने । (१०·१२३)

अथर्वज्योतिषे तु स्पष्टतया ग्रहाणामुल्लेखो दृश्यते—

आदित्यः सोमो भौमश्च तथा बुधबृहस्पती ।

भार्गवः शनैश्चरश्चैव एते सप्त दिनाधिपाः ॥

राहुकेत्वोस्तु प्रथमा गणना याज्ञवल्क्यस्मृतौ लभ्यते—

> सूर्यः सोमो महीपुत्रः सोमपुत्रो बृहस्पतिः।
> शुक्रः शनैश्चरो राहुः केतुश्चैव ग्रहाः स्मृताः॥
> (आचाराध्याये)

एते नवसंख्याका ग्रहा अद्यापि पूर्ववद् गण्यन्ते।

§ ६·४, ६·५१, ६·८ ग्रहाणां भगणकालाः, भुवो दूरत्वानि, गतिविषयकनियमाः सर्वेषु सिद्धान्तग्रन्थेषु पठिताः सन्ति। भारतीयाः प्राचीनकालिका ज्योतिर्विदो गतिविषयकसिद्धान्ताभिज्ञा आसन्निति न कोऽपि सन्देहः। सिद्धान्तैः स्वीकृता गणनापद्धतिः दलेमीमहोदयेन स्वीकृतायाः पद्धतेः पर्याप्तं भिन्नेति सुविदितमेव। सिद्धान्तशिरोमणिदत्तभगणकालादय आधुनिकज्यौतिषशास्त्रपठितभगणकालादिभ्यो न भिन्नाः (बुधभगणकाले ·०००००८% मितमन्तरम्, भौमभगणकाले शुक्रभगणकाले च ·००००१% मितमन्तरम्, गुरुभगणकाले च ·००००८% मितमन्तरम् मया गणितम्) चन्द्रशेखरसामन्तगणितभगणकालादयस्तवभिन्ना एव मन्तव्याः।

§ ६·७ ग्रहाणां वक्रगतिः, ऋजुगतिरित्यादयो विदिता आसन्। सूर्यसिद्धान्ते त्वष्टधा गतिरुक्ता—

> वक्रानुवक्रा कुटिला मन्दा मन्दतरा समा।
> तथा शीघ्रतरा शीघ्रा ग्रहाणामष्टधा गतिः॥
> (सूर्यसिद्धान्तपूर्वे०)

महाभारतकालेऽपि वक्रगतिर्ज्ञातासीत् यथा—

> प्रत्यागत्य पुनर्जिष्णुर्जघ्ने संशप्तकान् बहून्।
> वक्रातिवक्रगमनादङ्गारक इव ग्रहः॥
> (कर्णपर्व अ०२०)

सप्तमोऽध्यायः

ग्रहाः

[पूर्वाध्यायवर्णितसौरमण्डलग्रहाणामत्र विस्तरतो वर्णनम्]

७.१ बुधः

सूर्यस्य समीपतमो ग्रहो बुधः पुरातनकालात्परिचित आसीद् ज्योतिर्विदाम्। कक्षावृत्तं चास्य लघुतमम्, दैनिकगतिश्चात एव सर्वाधिका ग्रहाणाम्। परिमाणविषये मुख्यग्रहाणामयं लघुतमः, परन्तु केन्द्रितास्य पर्याप्ता २ मिता। अस्यैवाक्षभ्रमणकालो भगणकालसम।

७.११ दर्शनम्

सूर्यातिसमीपवर्तित्वात् सूर्यरश्मयो बहुलतया परावर्तन्ते, ग्रहश्चात्युज्ज्वल शून्यकोटिक नक्षत्रमिव प्रकाशते। ज्योतिर्विद्भिर्दिवापि सूर्यकिरणान् यन्त्र विशेषेण प्रतिरोध्य, दूरदर्शकयन्त्रेण विलोक्यतेऽयम्। परन्तु सर्वदास्य दर्शनं न सुलभम्। प्रसिद्धो ज्योतिर्विद् 'कापर्निकस'महोदयोऽस्य दर्शनेच्छया सह पञ्चत्वं गतः, यतस्तस्य निवासस्थाने क्षितिजं प्रातःकाले सन्ध्याकाले वा सदैव कुज्झटिकापूर्णमेवासीत्। अयं ग्रहो यदा कदा दृश्यते, दर्शनमप्यल्पकालिकमेव, यतः सूर्यसामीप्यादाकाशे सूर्यसमीपमेवास्य दर्शनं सम्भवम्, तच्च सूर्यकिरणौज्ज्वल्याद् दुष्करम्। अस्य दूर्यातकोणीयान्तरं १८-अंशाधिकम् २८-अंशासमम्, अत एव सूर्योदयात् किञ्चित्पूर्वमुदेति, सूर्यास्तात् किञ्चित् पश्चादस्तमेति।

सूर्योदये कतिपयदिवसानि पश्चपरमैणान्तरकाले, सूर्यास्ते कतिपयदिवसानि पूर्वपरमैणान्तरकाले च दृश्यतेऽयम्। युतिकालस्य ११६ मितदिवसत्वाद् वर्षे त्रीणि पश्चपरमैणान्तराणि, त्रीणि च पूर्वपरमैणान्तराणि सम्भवन्ति, परन्तु सर्वेषु परमैणान्तरेषु न सर्वोचितप्रेक्षणीयता। क्रान्तिवृत्तं वसन्तर्तौ क्षितिजस्य समीपतमम्, शरदि क्षितिजाद् दूरतमम्, अत एव वसन्तर्तौ पूर्वपरमैणान्तरे पश्चिमदिशायां सूर्यास्तकाले, शरदृतौ पश्चपरमैणान्तरे पूर्वदिशायां सूर्योदयकाले हास्य बुधस्य दर्शनमनुकूलतमं सुलभतमञ्च।[1] तदा स-१ २ कोटिकनक्षत्रमिवाभाति।

७.१२ परिक्रमणम्

बुधः सूर्यं परितः ८८ दिनेषु (२४०८१ वर्षभागं) परिभ्रमति, अर्थादस्य परिक्रमणकालः ८८ दिनानि। दीर्घवृत्ताकारकक्षाया मध्यमकर्णं ३,६०,००,००० क्रोशार्धानि, अर्थादस्य दूरत्वमल्पतमं २,८०,५०,००० क्रोशार्धानि, दीर्घतमदूरत्वञ्च ४,३३,५०,००० क्रोशार्धमितम्।

---

[1] १९९९-तमे खिस्ताब्दे सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीयता परपरीमासस्य २१-तम दिनाङ्के, दिसम्बरमासस्य २५- तमे दिनाङ्के च भवति स।

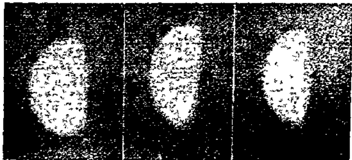
दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रिता ·२०६ मिता । कक्षाया वेगः २३ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति, नीचे वेगः ३६ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डं भवति । दृश्यबिम्बव्यासस्य दीर्घतमं मानं १३″ मितम्, अल्पतमं मानं ५″ मितमस्ति । मध्यममानञ्च ६″·६८ विकलामितमस्ति । वास्तविकव्यासश्च गणनया ३१९० क्रोशार्धमित आगच्छति ।

७.१३ युतिः कलाश्च

युतिकालः ११६ दिनानि[1] लभ्यते । लघुयुते २२–दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा परमेणान्तरं भवति । परमेणान्तरस्य ३३–दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा प्रधानयुतिर्दृश्यते । प्रधानयुतौ पूर्णाः कला लभ्यन्ते, परमेणान्तरयोरष्टमी कला । लघुयुतावमा वर्तते । यथा यथा बुधः सूर्यं परितो भ्रमति तथा तथा चान्द्रकला इव कलाः प्राप्नोति । यदायं प्रधानयुतौ तदा कलास्तु पूर्णाः, परन्तु दूरत्व परमेणान्तरापेक्षयात्यधिकम् , अत एव भास्वरत्वं परमेणान्तरापेक्षया नाधिकम् । अत एव भास्वरत्व ग्रहस्य कलानां न्यूनाधिकमात्राया नाधीनम् ।

७.१४ अक्षभ्रमणम्

बुधमण्डले कानिचन धूमिलचिह्नानि दृश्यता यान्ति । एषामपरिवर्तनशीलत्वाच्चन्द्रस्येव (द्रष्टव्य § ३·४) बुधस्याप्यक्षभ्रमणकालः परिक्रमणकालसम इति सिध्यति । अस्य



जून १७ जून ११ जून १२

१९३४ तमे ख्रिस्ताब्दे पूर्वपरमेणान्तरे बुधः

[लावेल वेधशाला]

तथ्यस्य प्रमाणमचिरात्पूर्वं माउण्टविल्सन वेधशालायामुपलब्धम् । अस्त्येक सूक्ष्मतापमापकयन्त्रे

---

1. $\frac{१}{\text{बुधयुतिकालः}} = \frac{१}{\text{बुधभगणकालः}} - \frac{१}{\text{पृथिवीभगणकालः}}$

$= \frac{१}{८८} - \frac{१}{३६५} = ·०११३६ - ·००२७४ = ·००८६२$

अत एव बुधयुतिकालः $= \frac{१}{·००८६२}$ = ११६ दिनानि ।

('थर्मोकपल'यन्त्रम्) येन नक्षत्राणामत्यल्पमात्रकतापोऽपि माप्यते, चन्द्रस्य ग्रहाणा वा प्रकाशित भागानामपि तापो माप्यते । अनेन यन्त्रेणोपर्युक्ततथ्यस्य सत्यतास्थापनं क्रियते । बुधस्य यो प्रकाशितभाग किञ्चिन्मात्रमपि तापविकरण न करोति । यदि कदाचिदपि तेन सूर्यप्रकाशकिरणा लब्धा, तर्हि किञ्चिन्मात्र तापविकरणमवश्य भवेत् ।

उत्केन्द्रितायाः पर्याप्तत्वाद् दृश्यताभेदा अस्य चन्द्रापेक्षया महीयान । रेखाशदृश्यताभेदाद् रेखांशेषु केवल ३० प्रतिशतभागमदृष्ट वर्तते ।

७ १५ तापक्रम

'रेडियोमीट्रिक'परीक्षणे (सूक्ष्मतापमापकयन्त्रे) बुधस्य तापो माउण्टविल्सन वेधशालायां मापित । बुधस्य भागेषु मध्याह्नकालीनतापक्रम ४४०° सेन्टीग्रेडमित' । तत्र सूर्यकिरणेषु सीसमपि द्रवीभविष्यति । अप्रकाशितभागस्य तापक्रम प्रायेण–२७३° सेन्टीग्रेडमित । तापक्रमस्यैतां यदाधिक्यं सूर्यसामीप्याद् वातावरणाभावाच्चास्ति ।

६ १६ वायुमण्डलम्

बुधे वायुमण्डल न विद्यते । बुधस्य पिण्डमात्रा पृथिव्याः पिण्डमात्राया ५/६ भागमिता, गुरुत्वाकर्षणञ्च पार्थिवगुरुत्वाकर्षणस्य ३४ भागमितम् । इद स्वल्प गुरुत्वाकर्षण वायुमण्डलस्य वाष्पाणां बहिर्निस्सरणान्निय तु न पर्याप्तम्, अत एव वाष्पाणि शनै शनैर्महाकाश गता, वायुमण्डल वाष्पशून्यम् अर्थाद् बुध वायुमण्डलविहीनग्रहोऽभवत् (वायुमण्डलहानिकारणार्थं द्रष्टव्य § ३ २१) । बुधस्य परिक्षेपणस्य ०७ मितो मानाङ्कोऽपि वायुमण्डलाभाव दर्शयति । एवं बुधमक्रमणमपि प्रदर्शयत्युक्तस्वल्पदर्शनत्वाद् वायुमण्डलाभावम् । यस्मिन्निरीक्षणे य वेग गृहीते बुधस्य पर्यन्तस्य सूर्यस्य पर्यन्तस्य च सर्वथा समसेव, अर्थाद् बुधे नास्ति किमपि वायुमण्डलम्, यस्माद् भेदनेन बुधपरावर्तितसूर्यकिरणानां पर्यन्तभेदे कोऽपि भेद स्यात् । एव बुधस्य वायुमण्डलविहीनत्व सुसिद्ध वर्तते ।

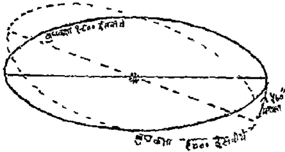
७ १७ बुधचन्द्रयो समानता

बुधचन्द्रयो पर्याप्ता समानता विद्यते । उभयत्र स्वस्य परिक्षेपणगतिरस्ति, उभयत्र स्वाक्षभ्रमणस्य परिक्रमणकालसमत्वं वर्तते, उभयत्र च वायुमण्डलाभाव । एवं प्रतीयते यद् बुधोऽपि चन्द्र इव बहुलतया पर्वतपूर्ण । तयोर्गात्रसमानत्व, पिण्डमात्राया गुरुत्वाकर्षणस्य च समत्व लभ्यते ।

७ १८ बुधनोवम्स द्युति

बुधच्छाया बहुश प्रतिघातक ८७० किलोमीटरात्मकपरिधिसा विद्यते । किन्तु 'मा' कदाचिन्मुख्यादीनां विशेषचिह्नैर्निर्दिश्यते । 'ग'र्पित'महोदयेन १८४०-तम किस्ताब्दे ... यद् नीलबिन्दुश्रेणीरूपा मिश्रितविशालस्थिता अप्रदर्शिता । अन्यैरनुमितं यद् बुधे ... कम्पनात्मकनियमस्यापि ... , परन्तु सूक्ष्मेण वेधनेनापि तत्र तदस्तित्वं नोपलब्धम् । ...

च्युतौ रहस्यपूर्णैवासीद् यावदचिरात्पूर्वम् 'आइन्स्टाईन'महोदयेन सापेक्षवादेनाप्यस्या सुष्ठु कारणं व्याख्यातम् ।



७.१६ बुधस्य सङ्क्रमणानि

साधारणतो लघुग्रहौ (बुधशुक्रौ) लघुयुतौ सूर्यस्य किञ्चिद् उपर्यधो वा कक्षाया भ्रमतः कक्षानमनत्वात्[1], परन्तु यदि पृथिवी तयोः क्रान्तिसम्पाते तिष्ठति तर्हि तौ सङ्क्रमणं कुर्वन्तौ दृश्येते,



बुधस्य सूर्यबिम्बे सङ्क्रमणम् [ग्रिनिच वेधशाला]

अर्थात् सूर्यबिम्बे तौ बिन्दुरूपेण गच्छन्तावलोक्येते । इद (चन्द्रकृतसूर्यग्रहणमिव) ग्रहणं नोच्यते, यतो बुधबिम्बं शुक्रबिम्बं चाल्पमितम्, न तेन सूर्याच्छादनं सम्भवम् । अत एव सूर्यमण्डले केवलं सूर्यव्यासस्य $\frac{१}{१६०}$ भागव्यासमितमेकं श्यामलं बिम्बं तीव्रगत्या चलद् दृश्यते । (अवलोकनीयमत्रोपरि दत्तं चित्रम्) ।

पृथिवी बुधस्य क्रान्तिसम्पातमध्यतो मईमासस्य सप्तमे दिनाङ्के, नवम्बरमासस्य नवमे दिनाङ्के च गच्छति । अत एव यदि लघुयुतिः ५ मईतः ११ मईपर्यन्तं ५ नवम्बरतः १५ नवम्बरपर्यन्तं वा भवति, तर्हि सङ्क्रमणानि दृश्यन्ते । एकस्मिन् खिस्तीयशतके प्रायेण त्रयोदश सङ्ख्याकानि सङ्क्रमणानि लभ्यन्ते । बुधसङ्क्रमणानि दूरदर्शकं विना दृष्टिपथं नावतरन्ति । अधो बुधसङ्क्रमणानां दिनाङ्का दीयन्ते—

दिनाङ्क	मास	खिस्ताब्द
१४	नवम्बर	१९०७
७	नवम्बर	१९१४
७	मई	१९२४

1. बुधकक्षायाः सप्तांशमितम् ।

दिनाङ्कः	मास.	ख्रिस्ताब्दः
९	नवम्बर	१९२७
११	नवम्बर	१९४०
१४	नवम्बर	१९५३
५	मई	१९५७
७	नवम्बर	१९६०
८	मई	१९७०
९	नवम्बर	१९७३
१२	नवम्बर	१९८६
५	नवम्बर	१९९३
१५	नवम्बर	१९९९

शुक्रः

बुधं विहाय शुक्रः सर्वेषां ग्रहाणां समीपतमः सूर्यस्य। पुरातनकालादयं परिचितः सर्वेषां सर्वत्र। सायंकालीन[1] प्रातःकालीन[2]-तारकानाम्ना प्रसिद्धोऽयमासीद् ग्रीकदेशे पाश्चात्यदेशेषु च। ग्रहोऽयं सर्वाधिकोज्ज्वलत्ववान्। अस्य चाक्षुषकोटिः–४.३ मिता (द्रष्टव्यः §), परन्तु यन्त्रभास्वरत्वमेव विवरणानामध्ययने बाधकम्।

७.२१ सूर्यं परितः परिक्रमणम्

शुक्रः सूर्यं परितः २२४.७ दिनेषु (७२३३ वर्षभागे वा) परिभ्रमति, अर्थादस्य परिक्रमणकालः २२४.७ दिनानि। अस्य दीर्घवृत्ताकारकक्षाया मध्यमकर्णः ६,७२,००,००० क्रोशार्धानि, उत्केन्द्रिता चास्य सौरमण्डले न्यूनतमा केवलं ·००७ मिता। कक्षानमनञ्च ३°२४' मितम्। दृश्यबिम्बस्य व्यासमानमेकादशविकलात ६७ विकलापर्यन्तम्। वास्तविकव्यासश्च ७,६०० क्रोशार्धानि लभ्यते। कक्षायां वेगः प्रायः २२ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति।

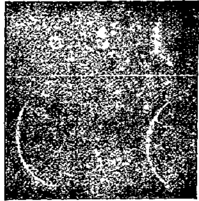
७.२२ दृष्टिः कलाश्च

युतिकालः ५८४ दिनानि[3]। यतः पञ्च युतिकालाः अष्टवर्षसमाः, अतः एवाष्टवर्षानन्तरं शुक्रस्य पूर्ववद् रूपाणि दृश्यन्ते। लघुयुतेः ७१ दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा परमेशान्तरं भवति। परमेशान्तरेऽस्य सूर्यात् कोणीयदूरत्वम् ४८ अंशमितं भवति। तदैव प्रेक्षणीयता मुख्या विद्यते, यतः शुक्रः सूर्यास्तात् पश्चात्, सूर्योदयात् पूर्वं वा होरात्रयपर्यन्तं दृश्यते।[4]

---

१. 'हेस्पेरस' नाम्ना—Ἓσπερος (Hesporus)
२. 'फास्फोरस' नाम्ना— Φωσφόρος (phosphorus)
३. $\frac{1}{\text{शुक्रयुतिकालः}} = \frac{1}{\text{शुक्रपरिक्रमणकालः}} - \frac{1}{\text{पृथिवीपरिक्रमणकालः}}$
४. ईदृशी स्थितिः १९९९ वर्षे ख्रिस्ताब्दे १२ अप्रैले २१-वादने आगमिष्यति।

चन्द्रस्य बुधस्य चैव शुक्रस्यापि कला दृश्यन्ते। तासां वेधेन सुलभदर्शनं यतः साधारण-दूरदर्शकमपि कलना न्यूनाधिक्यं प्रकटीकरोति। लघुयुतौ शुक्रः सश्रृङ्गकलां भजते, परन्तु शुक्रस्य लघुयुतौ समीपवर्तित्वात् सश्रृङ्गकला पर्याप्ता दीर्घाकारा दृश्यते (अवलोकनीयमत्र फोटोचित्रम्)। प्रधानयुतौ पूर्णाः कला दृष्टिगोचरतां यान्ति, परन्तु प्रधानयुतौ भुवः सुदूरवर्तित्वात् पूर्णकला लघ्वी दृश्यते।


शुक्रस्य विभिन्नाः कलाः [लावेल वेधशाला]

एवं शुक्रस्य भास्वरत्वं कलाक्षयवृद्धि दूरत्वं चापेक्षते। प्रधानयुतौ सकलाः कला दृश्यन्ते, परं तदा शुक्रस्य भुवो दूरत्वं १६,००,००,०० क्रोशार्धमितम्। सुदूरवर्तितेयं सकलकलोद्भूताधिकभास्वरत्वं निष्फलीकरोति। लघुयुतौ च कला शृङ्गाकारा, परं भुवो दूरत्वं केवलं २,६०,००,००० क्रोशार्धानि। सामान्यगणितेन गणितं यत् शुक्रस्य परमभास्वरत्वं लघुयुतेः ३६ दिनानि पूर्वं पश्चाद् वा भवति; तदा त्रिनान्तरं ३९°, कला च पञ्चमीचन्द्रकलावत्। तदा शुक्रस्य भास्वरत्वं भासुरतमनक्षत्रस्य लुब्धकस्य भास्वरत्वाद् द्वादशगुणितम्। तदा दिवापि शुक्रः सूर्यस्य समीपे दृश्यते यदि तस्य रवेः स्थानं पूर्वविदितं भवेत्।[1]

शुक्रस्य भास्वरत्वकोटिः—४·३ मिता। अयं भुवः समीपतमवर्तित्वात्, बृहद्बिम्बवत्त्वात्, सूर्यसामीप्यात्, वायुमण्डलभावाच्च बहुप्रकाशवान् प्रतीयते। वायुमण्डलस्योपरिस्थितैः ५९ प्रतिशतकिरणाः परावर्तन्तेऽस्य तलात्।

शुक्रस्य लघुयुतिप्रधानयुत्यादीनां दिनाङ्काः

प्रधानयुतिः	१ सितम्बर १९५५	१४ अप्रैल १९५७
पूर्वपरमेणान्तरं (सायन्नक्षत्रम्)	१२ अप्रैल १९५६	१८ नवम्बर १९५७
लघुयुतिः	२२ जून १९५६	२८ जनवरी १९५८
पश्चपरमेणान्तर (प्रातर्नक्षत्रम्)	३१ अगस्त १९५६	९ अप्रैल १९५८

७·२३ ग्रहभ्रमणम्

अतिभास्वरत्वात् सान्ध्यप्रकाशे प्रभातवेलाया सायवेलाया वा शुक्रावलोकनं सर्वोत्तमम्, तथापि तस्य पृष्ठे कानिचनापि चिह्नानि न दृश्यन्ते। सश्रृङ्गशुक्रे कानिचिच्चिह्नानि महाप्रयत्ने

1. १९२६ तमे खिलाब्दे मईमासस्य १६ दिनाङ्के, जुलाईमासस्य च २१ तमे दिनाङ्के शुक्रस्य परमभास्वरत्वमभवत्।

वेधेन दृश्यता यान्ति, परन्तु काले काले परिवर्तनशीलानि तानि वायुमण्डलोद्भृता विकारा एव



शुक्रस्य नीललोहितोत्तरकिरणेषु गृहीतछायाचित्राणि
शुक्रपृष्ठचिह्नानि—[माउण्ट विल्सन वेधशाला]

प्रतीयन्ते । (द्रष्टव्य फोटोचित्रम्)

चिह्नाभावे शुक्रस्याक्षभ्रमणकालनिर्धारणमतिदुष्करम् । अद्याप्यत्र वर्तते मतवैभिन्नं
हो मि, हो मि
विद्वत्सु । 'शैसिनी'महोदयेन २३ १५ 'श्रोटर'महोदयेन २३ २१ अक्षभ्रमणकालो निश्चित । अधुना बहुमतमिदं यदक्षभ्रमणकाल ३०–दिनमित । परन्तु समस्येयमधुनापि जटिलैव । रश्मिविश्लेषणयन्त्रैरपि भ्रमणकालनिर्णयार्थं प्रयत्ना कृता , परन्तु तेऽपि निष्फला जाता ।

७.२४ शुक्रपृष्ठं वायुमण्डलश्च

शुक्रस्य परिक्षेपणशक्ति ० ५९ मिता । अचिरात् पूर्वपतितहिमस्यापि परिक्षेपिणी शक्ति ० ५९ मिता । अत एवानुमीयते यद् महोऽयमधिकांशतया सम्पूर्णतया वा मेघावृतो धूमिलवायु मण्डलावृतो वा ।

शुक्रे वायुमण्डलं वर्तत इति निश्चितमेव । शुक्रो यदा सूर्यबिम्बे सङ्क्रमण करोति तदा तस्य श्यामलबिम्ब परित किञ्चिद्भास्वत्परिमण्डल दृश्यते । सङ्क्रमणकाले वेधेन निश्चीयते यत् शुक्रवायुमण्डलस्य परिमाण ५५ क्रोशार्धमितम् । परन्तु कानि कानि तत्त्वानि सन्ति तत्रेति न कोऽपि निश्चयो जात । वर्णच्छत्रेण 'कार्बनडाई आक्साइड'स्योपस्थिति सूच्यते, परन्तु 'ओपजनस्य' जलवाष्पस्य चिह्नान्यपि न मिलन्ते ।

७ २५ तापक्रम

प्रकाशितभागस्य तापक्रम ५५° सेन्टीग्रेडमित , अप्रकाशितभागस्य २०° सेन्टीग्रेडमित । परन्तु 'कार्बनडाई आक्साइड'वाष्प तापक्रम वर्धयति, अत एव शुक्रस्य पृष्ठ तापक्रम शतांशी ग्रेडाधिको भविष्यति । तत्र धूलिमयप्रभञ्जना सर्वदा चलन्तो दृश्यन्ते ।

७ २९ शुक्रस्य संक्रमणानि

बुधस्येव (§ ७ १९) शुक्रस्यापि संक्रमणानि सूर्यबिम्बे दृश्यन्ते । पृथिवी शुक्रस्य क्रान्ति सपातौ जूनमासस्य सप्तमदिनाङ्के, दिसम्बरमासस्य नवमदिनाङ्के चोल्लङ्घयति, अत एव स्थूलतः ५-जूनत ९ जूनपर्यन्त, ७ दिसम्बरत ११ दिसम्बरपर्यन्त वा भवति, तर्हि शुक्रस्य संक्रमणमवलोक्यते । शुक्रसंक्रमणानि सूर्यदूरत्वनिर्धारणप्रक्रियाया महत्त्वपूर्णानि सन्ति (द्रष्टव्य § ५ १२) । निम्नसारिण्या १६०० खिस्ताब्दत २२०० खिस्ताब्दपर्यन्त दृश्यमानाना शुक्रसंक्रमणाना दिनाङ्का दीयन्ते—

दिनाङ्क	कालान्तरम्
७ दिसम्बर १६३१	८ वर्षा
४ दिसम्बर १६३९	१२१½ ,,
६ जून १७६१	८ ,,
३ जून १७६९	१०५½ ,,
९ दिसम्बर १८७४	८ ,,
६ दिसम्बर १८८२	१२१ ,,
८ जून २००४	८ ,,
६ जून २०१२	१०५½ ,,
१० दिसम्बर २११७	८ ,,
८ दिसम्बर २१२५	

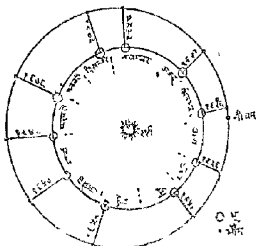
भौम

बहिर्ग्रहाणामस्मत्समीपतमो भौमो रक्तवर्णत्वात् सरलतया नक्षत्राणा मध्येऽभिज्ञायते । अन्य कला प्रायेण तु पूर्णा सन्ति, यदि कदाचिच्च कलाह्रासिर्भवति, तथापि चन्द्रस्य शुक्लपक्षीय नवोदयोत्सव इव कण दृश्यन्ते । पुनश्च भौमस्य, अन्येषा बहिर्ग्रहाणा वा, इनान्तरं ०° अशात् १८० अशपर्यन्त सम्भवम् , अत एव बहिर्ग्रहा भौमो वा निशाया सूर्यास्तात् सूर्योदयकालपर्यन्त मवलोक्यन्ते ।

७ ३१ सर्वानुकूलप्रेक्षणीयता

बहिर्ग्रहस्य सर्वानुकूलप्रेक्षणीयता पड्भान्तरे (प्रतियोगे) भवति, यत पड्भान्तरे सोऽस्माकं समीपतमो वर्तते, रात्र्याश्च सर्वप्रहरेषु न दृश्यते । परन्तु प्रत्येकस्मिन् प्रतियोगे भौमस्य प्रेक्षणीयता नानुकूला, यत प्रत्येकस्मिन् प्रतियोगे भौमस्य दूरत्व न समम् । भौमस्य कक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता ० ०९ मिता, नीचस्थभौमस्य सूर्याद् दूरत्वमुच्चस्थभौमस्य सूर्याद् दूरत्वात् पर्याप्त भिन्नम् । एव भौमस्य सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीयता नीचसमीपवर्तिप्रतियोग एव भवति । अस्या स्थित्या भौमस्य भुवो दूरत्व केवल ३,५०,००,००० कोशार्धानि ।

अत्र स्थापिते चित्रे विभिन्नप्रतियोगाः सूचिताः । १९५६ तमे ख्रिस्ताब्दे सितम्बरमासस्य सप्तम



भौमस्य प्रतियोगाना भुवविभिन्नानि स्थानानि

दिनाङ्के भौमस्य सर्वाधिकानुकूलप्रेक्षणीयताभवत् । तद्दिने भौमः सायनगणनया कुम्भराशौ स्थितः, बिम्बव्यासश्च तस्य २५–विकलामित आसीत् ।

७.३२ परिक्रमणम्

भौमः सूर्यं परितः ६८७ दिनेषु (१·८८०८९ वर्षेषु) परिभ्रमति । दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रिता पर्याप्ता ·०९३३ मितास्ति । कक्षानमनञ्च १°५१′ मितमस्ति । युतिकालश्च सौरमण्डले दीर्घतमो ७८० दिनमितः ।

७·३३ अक्षभ्रमणम्

भौमपृष्ठे चिह्नानि वर्तन्ते, अतोऽक्षभ्रमणकालस्यानयनं न दुष्करम् । 'वैसिनी'महोदयेन

हो मि हो मि से
सः २४ ४० मितो निश्चितः, अधुना ज्योतिर्गणकैः २४ ३७ २२·५८–मितो निर्धारितः ।

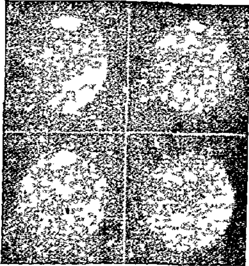
[पृथिव्या अक्षभ्रमणकालो भौमस्याक्षभ्रमणकालेन किञ्चित्सम एव, अतो भूपृष्ठस्थपुरुषाय भौमपृष्ठचिह्नान्यतिमन्दगत्या पश्चभागं गच्छन्ति दृश्यन्ते, ३८ दिनेस्तानि पूर्वस्थानमेव लभन्ते । यूरोपीयदेशेषु गत २७९ वर्षेषा भौमचित्राणि लिखितानि प्राप्यन्ते, तेषां तुलनात्मकाध्ययनात् अक्षभ्रमणकालः सरलतया आनीयते ।

अस्या भुवनिम्नताया मानं पृथिव्या भुवनिम्नतामानादधिकं स्वल्पेन भिन्नम् । अत एव भुवौ २५ कोशार्धमिता निम्नता भवेत् ।

७.३४ भौमे ऋतवः

यथा पृथिव्या निरक्षरेखा क्रान्तिवृत्ताद् २३½ अंशमिता तिर्यक्, तथैव भौमस्य २४½ अंशमिता तिर्यक्। अतस्तिर्यक्त्वाद् भौमध्रुवावपि पार्थिवध्रुवाविव क्रमेण सूर्याभिमुखतां भजेते। अस्माकमृतव इव तत्रापि ऋतवः सन्ति, परन्तु तेषां कालावधिः प्रायो द्विगुणितः। भौमकक्षाया उत्केन्द्रिता पर्याप्ता, अत शैत्यौष्ण्ये सूर्यदूरत्वापेक्षिणी।

मई ११ जून २२



मई २९ जुलाइ २१

भौमे ऋतुजनितपरिवर्तनानि (भौमतिथि)

[लावेल वेधशाला]

दक्षिणार्धे यदा शीतर्तुर्भवति तदा भौम उच्चस्थो वर्तते, यदा ग्रीष्मर्तुर्भवति तदा नीचस्थो वर्तते, उत्तरार्धे च विपरीतं भवति। अत एव दक्षिणार्धे शैत्यमात्रा, औष्ण्यमात्रा चात्यधिका। अनेन दक्षिणध्रुवे हिममयप्रदेशा अत्यधिकं हिममया भवन्ति, शीघ्रञ्च तत्र ग्रीष्मे ता हिमशिला द्रवन्ति। उपरि दत्तचित्रेणेदं स्पष्टं भविष्यति, यद्यपि तत्रेदमवधारणीयं यद् दूरदर्शकयन्त्रे दिशां व्यत्यासो भवति, अत एव फोटोचित्रे दक्षिणध्रुव उपरि भागे दृश्यते।

७.३५ वायुमण्डलम्

भौमे वायुमण्डलमस्ति, परन्तु तत् पार्थिववायुमण्डलापेक्षया सुविरलम्। कदाचित्तत्र आक्सीजनं नास्ति, यथास्माकं पर्यवेक्षकेषु वायुविरलोऽल्पमात्रकश्च आसादितम्। तत्र 'कार्बन डाइ आक्साइड' वाष्पं पर्याप्तमात्रया वर्तते।

वायुमण्डलभावस्य सन्ति नैकान्यत्र प्रमाणानि । मुख्यान्यत्राधो दीयन्ते—

(१) भौमस्य परिक्षेपणशक्तिः ०.१५ मिता । इयं चान्द्रपरिक्षेपणशक्तेर्भौमपरिक्षेपणशक्तेश्च प्रायेण द्विगुणिता, परन्तु शुक्रीयपरिक्षेपणशक्तेरल्पा । अत एव भौमे विरलं वायुमण्डलमस्ति ।

(२) विरला श्वेताभमेघा यदा कदा दृश्यन्ते । वायुमण्डलं विना मेघानामुपस्थितिरसम्भवा ।

(३) ध्रुवप्रदेशे शीतकाले पतितो हिमराशिः क्षिप्रं वसन्ते द्रवीभवति । बाष्पाणां घनत्वाद् हि हिमपातो भवति, वायुमण्डलं विना च बाष्पाणि न वर्तन्ते ।

(४) भौमे सूर्योदयानन्तरं पूर्वदिशायां भौमपृष्ठे श्वेतपट्टिका दृश्यते । सा च कदाचित् हिमजनिता कुज्झटिकाजनिता वा, अत एव वायुमण्डलं तत्र निश्चयतो वर्तते ।

(५) काले काले भौमपृष्ठे वात्याचक्राणि दृश्यन्ते ।

(६) सान्ध्यप्रकाशोऽप्यत्रैव प्रमाणम् । § २५४ तमे व्याख्यातं यद् वायुमण्डलभावात् सान्ध्यप्रकाशोऽस्माकं पृथिव्यां दृश्यते । दूरदर्शकयन्त्रेण भौमपृष्ठेऽपि सान्ध्यप्रकाशप्रभावाः प्रेक्ष्यन्ते, अत एव तत्रापि वायुमण्डलं वर्तते ।

(७) 'राइट' महोदयेन 'लिक'वेधशालायामनेकानि चित्राणि गृहीतानि* ... भिन्नवर्णानामालोकानि प्रदर्शितानि । नीललोहितालोकानि ... भौमचित्रयोर्मध्ये

नीललोहितानन्तर　　　　　　उत्तरा









* [illegible]

[illegible]

चित्रागतबिम्बात् किञ्चिद् बृहत्तरम्[1] (द्रष्टव्यमत्र १४० पृष्ठस्य फोटोचित्रम्), अत एव भौमे वायुमण्डलम्।

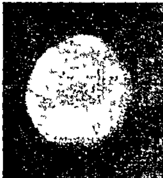
७.३६ तापक्रमः

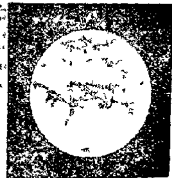
'रेडियो मीट्रिक' पद्धत्या तापक्रमो माप्यते। विषुवप्रान्तेष्वपि मध्याह्ने तापक्रमः १२ सेन्टीग्रेडादधिको न भवति। प्रातःकाले तापक्रमः –८५° सेन्टीग्रेडमितः। भौमवायुमण्डलमति विरलम्, अतो दिवसलब्धौष्ण्यं शटिति महाकाशे विलीयते। एवं तत्र दिवसाः शीतलाः, रजन्यश्चात्यन्तशीता यथास्माकं ध्रुवप्रदेशयोः।

७.३७ पृष्ठचिह्नानि

भौमस्य ध्रुवप्रदेशयोः श्वेतचिह्नान्यवलोक्यन्ते। एतानि चिह्नानि शीतकालपतितहिमराशि जनितानीति न कोऽपि सन्देहः। श्वेतचिह्नानि ऋत्वनुसारं वर्धन्ते हीयन्ते (द्रष्टव्यं § ७.३४-तमे दत्तं फोटोचित्रम्) च।

हिमक्षेत्राणि विहाय दृश्यन्ते क्वचिद् हरितचिह्नानि, क्वचिद् रक्तचिह्नानि च। हरितचिह्नानि प्रायः पृष्ठस्य ⅓ भागेषु विस्तृतानि, फोटोचित्रे च श्यामलानि दृश्यन्ते (द्रष्टव्यमधो दत्तं फोटोचित्रम्)। एतानि प्रायो दक्षिणगोलार्धे विद्यन्ते। रक्तचिह्नानि प्रायः पृष्ठार्धमात्रे विस्तीर्णानि, फोटोचित्रे च श्वेताभानि दृश्यन्ते। एतानि च मुख्यतयोत्तरीयगोलार्धे विद्यन्ते।





भौमस्य

फोटोचित्रम् हस्तचित्रम्

[लिक-वेधशाला]

पर्णानि, फोटोचित्रे च श्वेताभानि दृश्यन्ते। एतानि च मुख्यतयोत्तरीयगोलार्धे विद्यन्ते। हरितचिह्नानि वस्तुतो जलप्रदेशाः, रक्तचिह्नानि च स्थलप्रदेशा इति ज्योतिर्विदामनुमानम्।

---

1. उपरक्तकिरणा वायुमण्डलं भित्त्वा प्रविशन्ति नीललोहितोत्तरकिरणाश्च वायुमण्डलं न प्रविशन्ति, अत एव नीललोहितोत्तरच्छायाचित्रं किञ्चिद् बृहत्।

भौमस्य चित्रपटान्यपि कल्पितानि। तत्र स्थानानां नामान्यपि दत्तानि। तत्र सन्ति महाद्वीपा महासागराश्च (वस्तुतस्तत्र महासागरा न सन्ति)। अस्मिन् चित्रपटनिर्माणकार्ये सर्वाधिकपरीक्षणानि कृतानि 'इटली'निवासिना 'शियपैरेली'महोदयेन। १८७७-तमे सिस्ताब्दे तेन भौमपृष्ठे हरिद्वर्णा ऋजुरेखा दृष्टा, ताश्च 'कैनालि'नाम्ना विज्ञापिता।

एता हरिद्वर्णा ऋजुरेखा वस्तुतः किमदा इति विवादास्पदो विषयः। 'शियपैरेली' महोदयेन तेषां सद्भावः सर्वप्रथममुद्घोषितः, तथाप्यद्यपर्यन्तं केचिद् ज्योतिर्विदस्ताः पश्यन्ति,

भौमस्य फोटोचित्राणि जुलाई १९४१ अगस्त १९४१

[माउण्टविल्सन वेधशाला]

केचिच्च न पश्यन्ति। 'ग्रीन'महोदयेनात्र विस्तरेण व्याख्यातम्। तस्य मतसारांशो दीयते—

भौमः कदाचित् पृथिवीसदृश आसीत्। शनैः शनैर्भौमः शीतलोऽभवत्, अधुना यद्यपि चन्द्रवद् मृतो नास्ति, तथापि पतनशीलोऽस्ति। तत्र मरुस्थलान्यतिविशालानि सन्ति, तानि रक्तवर्णानि दृश्यन्ते। यानि हरिद्वर्णस्थानानि तानि हरितभूमयः सन्ति। भौमे जलं दुर्लभम्, परन्तु भौमवासिनोऽतिसभ्या विज्ञानविदश्च सन्ति। ते आवश्यकतानुसारं कुल्याः खनन्ति, ध्रुवयोर्हिमद्रवं ताभिः कुल्याभिः प्रापय्य ते निवासिनः कृषिकर्म कुर्वन्ति। एता एव रेखा दृश्यन्ते तत्र ऋजुरेखा इव।

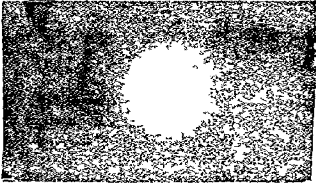
७.३८ उपग्रहाः

भुव एक उपग्रहश्चन्द्रनाम्ना प्रसिद्धः, परन्तु भौमस्य द्वावुपग्रहौ। तौ [illegible] स्तः, परन्तु [illegible]

'फोबस'नामक केन्द्र दशक्रोशार्धमितव्यासक', द्वितीयो 'डाइमस नामक' केन्द्र पञ्चक्रोशार्धमितव्यासक ।

तावुभावपि चन्द्राद् भिन्नौ । प्रथमस्य परिक्रमणकाल केवलमष्टहोरामित, अत एव यावति काले भौम एकमक्षभ्रमणं करोति, स तावति काले त्रीण्यक्षभ्रमणानि करोति ।

डाइमस फोबस



भौमस्योपग्रहौ [लवेल वेधशाला]

एवमस्योपग्रहस्याष्टहोरामितमासो ग्रहस्य रात्र्यवधिकालान्न्यून । अत एव रात्रौ स पश्चिमे भाग उदेति, ४½ होरान्तरमस्तमेति, एकस्यामेव रात्रावस्य द्विरमावस्या पूर्णिमा च भवित (कदाचिदेकस्यामेव रात्रौ द्विवारमप्युपग्रहोदय स्यात्) ।

हो मि

द्वितीयस्य 'डाइमसस्य' प्रदक्षिणाकालो (३१ १८ मित) भौमाक्षभ्रमणकालात् किञ्चिद धिक । यथा यथाऽक्षभ्रमणाद् भौमपृष्ठे स्थानविशेष पश्चिमं गच्छति, तथा तथा तेन सहोपग्रह पश्चिमं गच्छति, अत एव दिदिनपर्यन्त 'डाइमस' अस्तं न याति, एतावति च कालेऽस्य द्विवारममावस्या पूर्णिमा च भवत ।

द्वावुपग्रहौ ग्रहादतिदूरत्वेन भिन्नौ । प्रथमस्य भौमाद् दूरत्व ५,८०० क्रोशार्धमितम्, द्वितीयस्य च १४,६०० क्रोशार्धमितम् ।

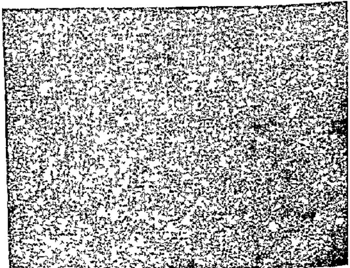
—सारिणी—

नाम	स्थितिकार:		उपग्रहस्य भौमाद् दूरत्वम्	परिक्रमणकाल:	व्यासमानम्	तारककोटि
				दि हो मि		
फोबस	'हाल'महोदय	१८७७	५,८००	०-७-३९	१० (?)	+१२
डाइमस	,, ,,	,,	१४,६००	१-६-१८	[illegible] (?)	+१३

७·४१ अवान्तरग्रहाः

ग्रहाणां सूर्याद् दूरत्वकण्ठस्थीकरणे 'बोड'नियमोऽतिप्रसिद्धः[1], परन्तु १७७२ तमे खिस्ताब्दे प्रथमप्रतिपादनान्तरं एतास्मिन्नियमे आसीदेकोऽपवादः। भौमगुरुमध्यान्तरे २·८ मितस्थाने कोऽपि ग्रहो दृष्टो नासीत्। ज्योतिर्विद्भिस्तत्र ग्रहोपलब्धये महान्तः प्रयत्नाः कृताः, परन्तु ते सर्वथा निष्फला जाताः। खिस्ताब्दे १७८१ तमे वरुणोपलब्धिर्'बोड' नियमागते स्थाने १९·६ मितस्थाने जाता। अनेनोत्साहिता ज्योतिर्विदः पुनर्ग्रहदर्शनाय प्रयत्नसहस्राण्यकुर्वन्। खिस्ताब्दे १८०१ तमे जनवरीमासस्य प्रथमदिनाङ्के यदा 'पिआजी'महोदय आकाशस्य तस्य क्षेत्रस्य नक्षत्रमानचित्रालेखनार्थं वेधान् कुर्वन्नासीद् तदाऽकस्माद् दृष्टवान् २·८ मितस्थाने एकं चलं प्रकाशबिन्दुम्। स च दर्शनस्थानिरानन्तरं सूर्यसामीप्याद् लुप्तोऽभवत्, परन्तु 'गाउस'महोदयेन गणितेन तस्य बिन्दोः कक्षा निर्धारिता। वर्षानन्तरं स प्रकाशबिन्दुर्गणितागतस्थाने पुनर्दृष्टिपथमागच्छत्। तस्य ग्रहत्वमेव सुस्थापितमासीत्, तस्य च नाम 'सेरेस' इति कृतम्।

खिस्ताब्दे १८०२–तमे 'सेरेसम्' अन्विष्यता 'ऑल्बर्स'महोदयेनैकोऽपरो ग्रहः 'पैलस'-नामकः प्राप्तः। १८०४–तमे खिस्ताब्दे 'जूनो' नामकग्रह उपलब्धः, १८०७–तमे खिस्ताब्दे च



नक्षत्राणामवान्तरग्रहाणां भ्रमणचिह्नानि [प्रो० वुल्फ]

सर्वाधिकभासुरो 'वेस्टा'नामकः। ततः प्रतिवर्षं नूतना नूतना ग्रहा दर्शनपथमायाताः। १८९१ खिस्ताब्दपर्यन्तं त्वीदृशाः ३२२–सङ्ख्याकाः प्राप्ता आसन्। परन्तु तत्पर्यन्तमन्वेषणकार्ये प्रधान

---

1 द्रष्टव्य. § ६·४

तथा चाक्षुषोपायैरेव कृतम् । अधुना फोटोचित्रोपपद्धत्यावान्तरग्रहाः सरलतयान्विष्यन्ते । पृथिवी गतिसमगतिकेन चलितेन दूरदर्शकयन्त्रेण, फोटोफलके होराद्वयस्य होरात्रयस्य प्रकाशदर्शनं प्रदाय फोटोचित्रं गृह्यते । अस्मिन् चित्रे नक्षत्राण्यचलत्वाद् बिन्दव इव दृश्यन्ते, परन्त्ववान्तरग्रहा गतिशीलत्वात् भ्रमणचिह्नरूपेण लभ्यन्ते ।[1] अनेन विधिना प्रायः १,५०० सङ्ख्याका अवान्तरग्रहा उपलब्धाः सन्ति ।

७४२ विस्तार आकारश्च

अवान्तरग्रहाणां परिमाणमत्यल्पकम् । यद्येते सर्वे १५०० सङ्ख्याका मिलितैः पिण्डी भवेयुः, तर्हि स पिण्डश्चन्द्रतुल्यो भवेत् । अवान्तरग्रहेषु कतिपयास्त्ववान्तरग्रहाः केवलं क्रोशार्धमितव्यासकाः । प्रायेण च तेषां व्यासाः ५०–क्रोशार्धाल्पमितः । प्रायो दशसङ्ख्याकानां व्यासः शतक्रोशार्धाधिकोऽस्ति । 'वेस्टा'नामकस्य व्यासः २४१–क्रोशार्धमितः, पैलसस्य ३०६ क्रोशार्धमितः, विशालतमस्य सेरेसस्य च ४८०–क्रोशार्धमितः ।

कतिपयानां लघुपरिमाणकानामवान्तरग्रहाणामाकारो गोलेतरोऽस्ति । 'एरोस'ग्रहस्य आकार इष्टिकाकारः, इष्टिकामध्यस्थितोर्ध्वाधररेखां परितोऽयमक्षभ्रमणं करोति । अस्या इष्टिकायाः परिमाणानि १५ क्रोशार्धानि × ५ क्रोशार्धानि × ५ क्रोशार्धानि सन्ति ।

७४३ परिक्रमणानि

प्रायेण कक्षा वृत्ताकारा अथवेषद्वृत्ताकाराः सन्ति । ग्रहाश्च सर्वे राशिचक्रे भ्रमन्ति, कक्षाणामनतिः क्रान्तिवृत्तादत्यधिका न । परन्तु सन्ति केचन येषां विचित्रा गतिः । 'हिडल्गो'नामकस्योत्केन्द्रिता ६६ मिता, कक्षाणमनश्च ४३° मितम् । अस्योच्चबिन्दुः शनिकक्षायाः समीपं वर्तते ।

सर्वे एते ग्रहाः पश्चिमतः पूर्वं गच्छन्ति । एषां परिक्रमणकालः ३½–वर्षादारभ्य ६–वर्षपर्यन्तमस्ति ।

गुरुः

शुक्रं विशेषावस्थासु च भौमं विहाय ग्रहाणां भासुरतमो गुरुः । ग्रहाणां मध्ये विशालतमस्यास्याक्षभ्रमणकालो न्यूनतमः । अस्य बिम्बे मेखला दृश्यन्ते, एकादशसङ्ख्याकाश्चास्योपग्रहाः सन्ति, अत एव दूरदर्शकेऽस्याद्भुतं दर्शनम् ।

---

[1] एवं प्रथमं भ्रमणचिह्नेनानुमीयते ग्रहसत्ता, पुनर्दूरदर्शकयन्त्रेण भ्राम्यते यद् नक्षत्राणि तदा भ्रमणचिह्नरूपेण दृश्यन्ते, ग्रहश्च बिन्दुरूपेण । अनया पद्धत्या प्रदाय दीर्घप्रकाशदर्शनं धूमिलग्रहा अपि लभ्यन्ते ।

७·५१ परिक्रमणम्

गुरुः सूर्यं परितः ४३३२·६ दिनेषु (११·८६–वर्षेषु वा) परिभ्रमति । दीर्घवृत्ताकार-कक्षाया मध्यमकर्णः ४८,३३,००,००० क्रोशार्धमितः, सूर्यादल्पतमदूरत्वं ४६,००,००,००० क्रोशार्धानि, दीर्घतमदूरत्वञ्च ५०,६०,००,००० क्रोशार्धानि । दीर्घवृत्तस्योत्केन्द्रिता ·०४८३ मिता । युतिकालश्च ३९९ दिनानि लभ्यते । युतौ गुरोर्भुवो दूरत्वं ५,६७,००,००० क्रोशार्धानि भवति, प्रतियोगे (पड्भान्तरे) च केवल ३,९०,००,००० क्रोशार्धानि । युतौ बिम्बव्यासः ३२ विकलामितः, सर्वानुकूलप्रतियोगे च ५० विकलामितो भवति ।

७·५२ अक्षभ्रमणम्

गुरुपृष्ठे चिह्नानि दृश्यन्ते, अत एवाक्षभ्रमणकालनिर्णये सरलता विद्यते । विषुवप्रदेशाः ९$^{\text{घं}}$ ५०$^{\text{मि}}$ २५$^{\text{से}}$ समयेन, मध्यमकटिबन्धप्रदेशाश्च ९$^{\text{घं}}$ ५५$^{\text{मि}}$ ४०$^{\text{से}}$ समयेनैकमक्षभ्रमणं कुर्वन्ति । अक्षभ्रमणवेगस्यातितरत्वाद् ध्रुवनिम्नता $\frac{1}{15}$ लभ्यते, अर्थाद् ध्रुवलग्नव्याससमान ८२,८०० क्रोशार्धानि, विषुवलग्नव्याससमानञ्च ८८,७०० क्रोशार्धानि ।

७·५३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च

गुरौ वायुमण्डलं वर्तत इति निर्विवादम् । निम्नफोटोचित्रद्वय एकं फोटोचित्रं नीललोहितो त्तरकिरणेषु गृहीतम्, द्वितीयञ्चोपरक्तकिरणेषु गृहीतम् । उपरक्तच्छायाचित्रागतबिम्बं नीललोहितो



उपरक्ते नीललोहितोत्तरे

गुरोरुपरक्ते नीललोहितोत्तरे छायाचित्रे

(एकः रक्तगहः, स उपरक्तं च रोकमण कुर्वन्तौ दृश्येते, किन्तु उपरक्तचित्रं नीललोहितोत्तरच्छाया-चित्र उपरिभागे दृश्येते ।)

[मैकडोनल्ड-वेधशाला]

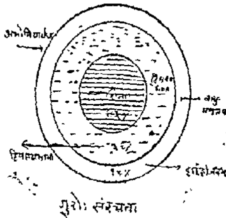
तरच्छायाचित्रागतबिम्बापेक्षया लघुपरिमाणकम् । अत एव वायुमण्डलं वर्तते (कारणव्याख्यार्थं द्रष्टव्या पृष्ठ-१९९ तमेऽधष्टिप्पणी) ।

गुरोर्वायुमण्डले हाईड्रोजनं बहुलतया वर्तते । कार्बननाइट्रोजने अपि पूर्वमासाम् , यतोऽत्र 'मीथेन'बाष्पम् , अमोनियावाष्पञ्च दृश्येते[1] ।

मेघानां तापक्रमः—१३० सेन्टीग्रेडमितः । अस्मिन् तापक्रमे मीथेनबाष्पं बाष्परूपेण वर्तते, परन्त्वमोनियाबाष्पं घनीभवति ।

७.५४ गुरो रचना

विषुवप्रदेशानां बहिर्वलयस्य मानं यावन्मात्रकं प्रत्यक्षेण दृश्यते तावन्मात्रादधिकं गणनया लभ्यते । अत एवेदं प्रतीयते यद् गुरुः केन्द्रवर्तिभागेषु घनः पृष्ठतले च विरलः । 'पिण्ड-' महोदयेन गुरो रचनायाः काल्पनिकचित्रमालिखितं तदधो दीयते—



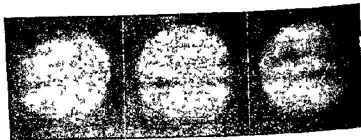
गुरोः संरचना

७.५५ पृष्ठचिह्नानि

दूरदर्शकेन दृष्टो गुरुर्बिम्बगोलि विभिन्नवर्णान्, नैकानि च पृष्ठचिह्नानि । विषुवप्रदेशे यतेत एका मेघस्य लीनस्रोतरणी । तस्या उपरिभागस्य समानान्तराः श्यामलाः प्रकाशमानाश्च मेघखण्डा दृश्यन्ते । मेघस्तरयोर्भ्रमणजनितवायुमण्डलीयप्रवाहा द्रुतगत्या विचरन्तो यत्र तत्रानिय-

1 मीथेन (CH_4) कार्बन-हाईड्रोजनयोः संयोगेन, अमोनिया च (NH_3) नाइट्रोजन हाईड्रोजनयोः संयोगेनोत्पद्यते ।

मिताकारा मेघाश्च दृश्यन्ते। एतानि प्रायः मेघादिजनितचिह्नानि परिवर्तनशीलानि—कानिचित् शीघ्रतया, कानिचिद् विलम्बेन वा।



सितम्बर १४ अक्टूबर ६ नवम्बर ३०

गुरौ मेघचिह्नानि [लावेल वेधशाला]

७.५५१ विशालरक्तचिह्नम्

सर्वप्रथमं खिस्ताब्दे १८७८ तमे ज्योतिर्विद्भिर्गुरुपृष्ठेऽस्य स्थितिर्निर्णायिता। तदेदं पाटलितं दीर्घवृत्ताकारं चासीत्। अधुनेदं दक्षिणरविमन्वे (दूरदर्शके पतिते बिम्बे चोत्तरार्थे) दृश्यते। अस्य परिमाणञ्च ३०,००० क्रोशार्धानि दैर्घ्ये, ७०,००० क्रोशार्धान्यायामे।

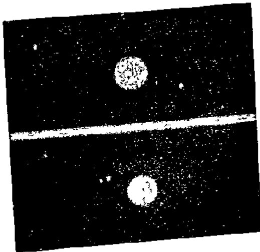
अस्य समीपमुत्तरेण द्वितीयं चिह्नं दृश्यते। सर्वप्रथमं १९०१ तमे खिस्ताब्दे तस्य दर्शनमभवत्। अस्य दैर्घ्यं ४५,००० क्रोशार्धमितम्, अभ्रभ्रमणकालश्च विशालरक्तचिह्नस्याक्षभ्रमणकालात् किञ्चिदूनमितः, अत एव प्रत्येकस्मिन् तृतीये वर्षे तद् विशालरक्तचिह्नस्य पार्श्वतो गच्छति।

७.५६ उपग्रहाः

सन्ति गुरोरेकादशोपग्रहाः। तेषां त्रयो वर्गाः—प्रथमवर्गे पञ्च समीपवर्तिन उपग्रहाः, ते च पश्चिमतः पूर्वे परिक्रामन्ति। द्वितीयवर्गे त्रयो दूरवर्तिन उपग्रहाः, तेऽपि पश्चिमतः पूर्वे परिक्रामन्ति। तृतीयवर्गे त्रयोऽतिदूरवर्तिन उपग्रहाः, ते च पूर्वतः पश्चिमं परिक्रामन्ति।

प्रथमवर्गीयोपग्रहेषु विद्यन्ते चत्वारो मासुरा उपग्रहाः (ते १४९ पृष्ठस्थचित्रयोः स्पष्टतया दृश्यन्ते), एकोऽतिसूक्ष्म उपग्रहः। तेषां परिभ्रमणकक्षा प्रायो वृत्ताकारा। अत्र परिमाणविषये द्वावस्माकं चन्द्राद् विशालतरौ, द्वावस्माकं चन्द्रेण तुल्यौ, एकश्च (प्रह्यन्तेदिद्य) चन्द्राद् ल्घीयान्।

द्वितीयवर्गीयोपग्रहाणां परिक्रमणकालः प्रायः २६० दिनमितः, त उपग्रहाश्च ७,००,००० क्रोशार्धदूरत्वे स्थिताः सन्ति। तृतीयवर्गीयाणां च परिक्रमणकालः प्रायः ७०० दिनानि, दूरत्वञ्च १५,००,००० क्रोशार्धानि।



गुरोश्चत्वारो भासुरा उपग्रहाः
[यरकिज वेधशाला]

७.४७ उपग्रहाणां ग्रहणं संक्रमणं छायासंक्रमणम् आच्छादनञ्च



गुरोश्चत्वार उपग्रहा ध्रुव एकरेखाया चलन्तो दृश्यन्ते।

चत्वारो भासुराः प्रथमवर्गीयोपग्रहाः सर्वदैकस्मिन्नेव धरातले परिभ्रमन्ति, अस्माकं भूरपि तस्मिन्नेव तले स्थिता, अत एव त उपग्रहा वस्तुतः परिक्रमणं कुर्वन्तोऽप्येकरेखायामेवेतस्ततश्चलन्त इव दृश्यन्ते। परिक्रमणं कुर्वन्तस्त एकपार्श्वतो गुरोः सम्मुखमागच्छन्ति, पुनर्बिम्बमुल्लङ्घ्य द्वितीयपार्श्वं प्राप्नुवन्ति, ततः प्रत्यागच्छन्तस्ते गुरोः पृष्ठतो गुरुच्छायामतिक्रम्य पुनः पूर्वस्थानमा-

गच्छन्ति। अस्मिन् क्रमे तेषां गुरुबिम्बे संक्रमणानि, तेषां छायानां गुरुबिम्बे संक्रमणानि, गुरुबिम्बेन तेषामाच्छादनानि, गुरुच्छायया तेषां ग्रहणाश्च भवन्ति।

उपग्रहाणां संक्रमणानि, छायासंक्रमणानि, ग्रहणानि, आच्छादनानि च

संक्रमणानि—अ स्थाने एक उपग्रहो विद्यते। गुरु भू प्रोतरेखायां स्थितः स परिक्रामन् गुरोः पृष्ठे दूरदर्शकेन श्यामलचिह्नमिव चलन् दृश्यते (यथा बुधशुक्रौ रविबिम्बे §§ ७.१९, ७.२६)।

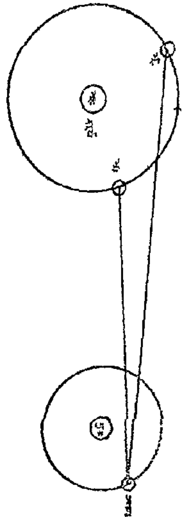
छायासंक्रमणानि—उपग्रहस्य छायापि गुरुपृष्ठे पतति, साऽप्युपग्रहवत् संक्रमणं कुर्वती दृश्यते। चित्रे आ स्थाने छाया दृश्यते।

ग्रहणानि—यदा परिक्रामन् उपग्रहः इ स्थानं प्राप्नोति तदा स गुरोश्छायां प्रविशति। यथा भूभायां चन्द्रग्रहणं भवति, तथैव गुरुभायामुपग्रहस्य ग्रहणमवलोक्यते।

आच्छादनानि—परिक्रामन् उपग्रहः काले काले गुरुपृष्ठे भवति, यद्यपि तेन गुरुभा तूत्तीर्णा, तथापि गुरुपृष्ठस्थितत्वात् स न दृश्यते (यथा चन्द्रेण नक्षत्राण्याच्छाद्यन्ते § ४.५१)। इदमाच्छादनं कथ्यते।

७.५८ उपग्रहग्रहणानां महत्त्वम्

सर्वप्रथम 'रोमर'महोदयेन गुरोरुपग्रहाणां ग्रहणेन प्रकाशवेगो निर्धारितः। तेन वेधेन दृष्टं यत् कदाचिद् ग्रहण गणनागतकालात् पूर्वम्, कदाचिच्च ग्रहणं गणनागतकालस्य पश्चाद् भवति। पुनस्तेन निरीक्षितं यदिदमन्तरं भुवः परिक्रमणमार्गे भुवः स्थितिमपेक्षते, यदा भूः गुरोः समीपं तदा ग्रहणं पूर्वं भवति, यदा भूः गुरोर्दूरवर्तिनी तदा ग्रहणं पश्चाद् भवति। सर्वाधिकमीदृशमन्तरं = $८\frac{१}{३}$ मिनटमस्ति। अनेन 'रोमर'महोदयेन प्रकाशकिरणाः सीमितवेगेन गच्छन्तीति साधितम्। यदा भूर्गुरोः समीपं तदा प्रकाशकिरणा अविलम्बेन भुवं प्राप्नुवन्ति, ग्रहणञ्च गणनागतकालात् पूर्वं भवति, यदा च भूर्गुरोर्दूरवर्तिनी तदा प्रकाशकिरणा विलम्बेन भुवं प्राप्नुवन्ति, ग्रहणञ्च गणनागतकालस्य पश्चाद् भवति। यत इदमन्तरं +८′ १९″, पृथिव्याः सूर्याद् दूरत्वं ८′ १९″ मितमस्ति। पृथिव्या दूरत्वमन्येनोपायेन ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि पूर्वमेव ज्ञातम्, अतः प्रकाशकिरणाः ८′ १९″ समये ९,२९,००,००० क्रोशार्धानि चलन्ति, अर्थाद् एकस्मिन् सेकिण्डे १,८६,००० क्रोशार्धानि चलन्ति।



७.५९ उपग्रहाणां सारिणी

उपग्रह.	विधृतिकारः	वर्षः	गुरोर्दूरत्वम् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकालः दि	हो	मि	व्यासमानम् (क्रोशार्धानि)	नाभरकोटिः
पञ्चमः	नर्नार्ड	१८९२	११२, ६००	०	११	५७	१०० (!)	+ १३
प्रथमः	गलेलियो	१६१०	२६१, ८००	१	१८	२८	२३००	५
द्वितीयः	,,	,,	४१६, ६००	३	१३	१४	२०००	६
तृतीय'	,,	,,	६६४, २००	७	३	४३	३२००	५
चतुर्थः	,,	,,	१,१६९,०००	१६	१६	३२	३२००	६
षष्ठ.	पैरिं	१९०४	७,११४,०००	२५०	१६		१०० (!)	१४
सप्तमः	,,	१९०५	७,२९२,२००	२६०	१		४० (!)	१६
दशम.	निकल्सन	१९३८	७,३४०,०००	२६४				
एकादशः	,,	,,	१४,०००,०००	६९२				
अष्टम'	मेलो	१९०८	१४,६००,०००	७३९			४० (!)	१६
नवमः	निकल्सन .	१९१४	१४,९००,०००	७५८			२० (!)	१७

शनिः

भासुरग्रहाणा मध्ये शने शनैश्चरत्व सर्वाधिकदूरत्व च प्राचीनज्योतिर्विदां सुविदिते एवास्ताम्। अधुना शनिकक्षाबहिर्वर्तिना मन्दतरगतिकाना वरुणेन्द्रकुबेराणा विज्ञप्त्यनन्तरम प्यस्य महिमा कदापि न न्यून., यतोऽस्य वलयानि (यानि दूरदर्शकयन्त्रेणैव दृश्यन्ते) सौरमण्ड लेऽपूर्वरत्नानि सन्ति।

७.६१ परिक्रमणम्

शनि. सूर्यं परित १०७५९.२ दिनेषु (२९½ वर्षेषु वा) परिभ्रमति। दीर्घवृत्ताकार कक्षाया मध्यमकर्ण ८८,६०,००,००० क्रोशार्धानि। उत्केन्द्रिता च ०५५९ मिता। सूर्यादस्य दीर्घतम दूरत्व ९३,६३,८८,००० क्रोशार्धानि, अल्पतम दूरत्वञ्च ८३,७१,७०,००० क्रोशार्धानि। भुवोऽस्य दीर्घतम दूरत्व १,०३,०९,१२,००० क्रोशार्धानि, अल्पतम दूरत्वञ्च ७८,२६,४६,००० क्रोशार्धानि।

युतिकाल. ३७८ दिनमितोऽस्ति। युतौ बिम्बव्यास १४ विकलामित., सर्वानुकूलप्रतियोगे च २० विकलामितः।

७.६२ अक्षभ्रमणकालः

१० होरा १४ मिनटमितोऽस्याक्षभ्रमणकाल पर्याप्तमल्प। ('लिक'वेधशालाया रश्मिविश्लेषणात्मकविधिनाऽस्य विषुवीयाक्षभ्रमणकाल. १० हो २ मि मितो लभ्यते)। विभिन्नाक्षांशेषु स्थिताना प्रदेशाना विभिन्नोऽक्षभ्रमणकाल.। अस्य व्यासः पार्थिवव्यासस्य नवगुणित., अक्षभ्रमणकालश्च केवल दशहोरामित, अत एव शनिरतिवेगेनाक्षभ्रमण करोति। अक्षभ्रमणस्य

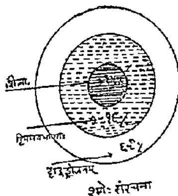
वेगाधिक्यादत्र ध्रुवनिम्नता पर्याप्ता ·०९७ मिता ($\frac{६७}{१००}$–मिता) दृश्यते। विषुववर्तिव्यासस्य मानं ७४,९०० क्रोशार्धान्यस्ति, ध्रुवलग्नव्यासस्य च मानं केवलं ६७,७०० क्रोशार्धानि।

७·६३ वायुमण्डलं तापक्रमश्च

गुरुवदत्रापि वायुमण्डलं वर्तते। शनेः परिक्षेपणशक्तिः ·४२–मिता सान्द्रमेघाना-मुपस्थितिं सूचयति। वर्णच्छत्रेणापि वायुमण्डलभावो लभ्यते। वर्णच्छत्रे 'अमोनिया'-रेखा अल्पमात्रया 'मीथेन' रेखाश्च बहुमात्रया दृश्यन्ते। तापक्रमः १५५ सेन्टीग्रेडमितो विद्यते।

७·६४ रचना

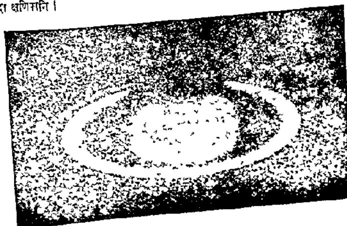
शनेर्ध्रुवनिम्नता (मध्यबहिर्लम्बत्वं वा) सौरमण्डले सर्वाधिकमिता, तथापि मध्योत्सारि-शक्तिं विचार्य या गणना कृता तया मध्य-बहिर्लम्बत्वस्य वेधलब्धमानाद् अधिकतरत्वं प्रकट्यते। गणनागतमानाद् वेधोपलब्धमानस्य न्यूनत्वं मध्यकेन्द्रे घनत्वमधिकं पृष्ठतले च घनत्वं विरलमस्तीति सूचयति। अत एव शने रचना गुरुवदनेन चित्रेण स्पष्टीक्रियते—



शनेः संरचना

७·६५ पृष्ठचिह्नानि

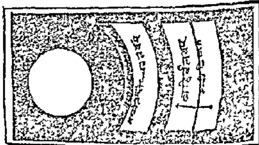
गुरुवदत्रापि विषुवरेखायाः समानान्तरे मेखला दृश्यन्ते, यद्यपि तास्तावन्मात्रं न प्रकाशमाना यावन्मात्रं गुरुमेखलाः। विषुव-प्रान्ताः किञ्चित्प्रकाशमानपीतवर्णकाः, ध्रुव-प्रान्ताश्च ईषद्धूमिलहरितवर्णकाः सन्ति। काले काले श्यामलचिह्नानि दृश्यन्ते, परन्तु तानि सर्वदा क्षणिकानि।



शनेश्छायाचित्रम्

७.६६ शनिवलयानि

शनिः विषुवरेखातले त्रिभिः समकेन्द्रिकैर्वलयैः परिवेष्टितोऽस्ति । साधारणदूरदर्शकेन वलयत्रये परस्परं भिन्नता न दृश्यते, अर्थादेकमेव वलयं दृश्यते, परन्तु तीक्ष्णदूरदर्शकेन तस्य त्रिसंख्याकत्वं सिध्यति सरलतया । शनेर्दूरवर्ति वलयं बहिर्वलयं मध्यमदूरवर्ति मध्यवलयं समीपवर्ति चान्तर्वलयं कथ्यते । बहिर्वलयस्य पृथुत्वं ११,००० क्रोशार्धसमम्, मध्यवलयस्य च १८,००० क्रोशार्धमितमस्ति । बहिर्वलय मध्यवलयमध्ये रिक्तस्थानं वर्तते । अस्य २,२०० क्रोशार्ध विस्तृतस्य रिक्तस्थानस्य नाम 'कैसिनी' विभागोऽस्ति । बहिर्वलयमध्यभागेऽपीदृशं रिक्तस्थानं दृश्यते, तस्य नाम 'एनकी' विभागोऽस्ति । अन्तर्वलयं धूमिलमीषत्कृष्णवर्णं दृश्यते इदमर्धपारदर्शकमप्यस्ति ।



अन्तर्वलयम्

एतानि वलयान्यतिसूक्ष्माणि सन्ति । वलयसमूहस्य व्यासः १,७१,००० क्रोशार्धसमः, गुरोर्व्यासस्य द्विगुणितोऽस्ति ।

कथं तानि सर्वदा न दृश्यन्ते

एतानि वलयानि सर्वदास्माकं दृष्टिपथं नावतरन्ति । एतददर्शनस्य त्रिधोऽवस्थाः—

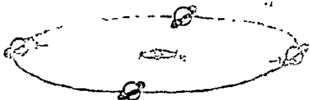
(१) यदा पृथिवीवलयानि चैकस्मिन्नेव धरातले वर्तन्ते, तदानीं वलयानां केवलम् अग्रिमं दृश्यते सा चातिसूक्ष्मत्वाददृश्यैव ।

(२) यदा सूर्यो वलयानि चैकस्मिन्नेव धरातले वर्तन्ते, तदानीं वलयानाम् अग्रिमैव सूर्यकिरणैरालोकिता भवति, परन्त्वतिसूक्ष्मत्वात् सा न दृश्यते ।

(३) यदा वलयानां धरातलं सूर्यपृथिवीमध्ये वर्तते, तदानीं तेषां वलयानामप्रकाशिताः भागा अस्माकं सम्मुखं वर्तन्ते, अप्रकाशितत्वात्ते न दृश्यन्ते ।

७.६७ वलयानां कलाः

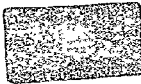
वलयानां भ्रमणकक्षा शनिकक्षातः २७° मिता प्रवणास्ति, वलयानि न सर्वदैव शनिपरिभ्रमणकाले समानावस्थायामेव तिष्ठन्ति, अत एव भ्रमणकालेऽस्य दक्षिणभागा उत्तरभागाश्चास्माकं



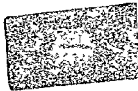
समग्रं भवन्ति। परिक्रमणकाले द्विवारं शनिरेवं तिष्ठति यद् वलयधरातलं सूर्यं स्पृशति,
प्रत्येकमवसरे शनिर्भुवः कक्षां वर्षैककालेनोल्लङ्घयति। भूः स्वयमेकस्मिन् वर्षे पर्याप्तमितस्ततो
भ्रमति, अत एव प्रत्येकस्मिन् ह्यवसरे शनिवलयान्येकवारं लुप्तानि भवन्ति।

यदा वलयानि पूर्णविस्तारेण दृश्यन्ते तदा तेषामायतिर्व्यासस्य ४·१६ भवति, वलयानि
च तदा शनिप्रकाशस्य १·७ गुणितं प्रकाशं प्रक्षिपन्ति।

१

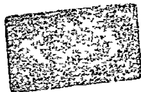


३





२



४

७.६८ वलयानां निर्मितिः

वलयानि घनपिण्डा न सन्ति, प्रत्युतासंख्यातानां कणानां परस्परवियुक्तानां समूहाः सन्तीति
प्रायेण निश्चितम्। वलयानां पृथक्कणा ग्रहं परितो भ्रमन्ति, केवलमतिदूरवर्तित्वादस्माभि-
रेकपिण्डरूपेण दृश्यन्ते। विरलकणनिर्मितिः सर्वप्रथमं 'कैसिनी'महोदयेन विज्ञापितासीत्,
परन्त्वधुना शतवर्षानन्तरं नैकानि प्रमाणानि दीयन्ते—

(१) गणनाविषयकप्रमाणानि—१८५६ तमे खिस्ताब्दे 'मैक्सवेल'महोदयेन
गणितेन सिद्धीकृतं यद् घनद्रव्यमयपिण्डस्य द्रवमयपिण्डस्य वा स्थायिरूपेण तत्र परिभ्रमणं न-
सम्भवम् (शनेरतिसामीप्यात्), केवलमेकस्मिन्नेव धरातले वृत्ताकारे भ्रमन्तो विरलाः परस्परा-
सम्बद्धपदार्था एवास्यां स्थित्यां स्थायित्वं भजन्ते।

फ्रेंचगणितज्ञेन 'रोशे'महोदयेनापि गणनयास्य समर्थनं कृतम्। कोऽप्युपग्रहो वलयं
वा महाद् ग्रहव्यासार्धस्य २·५ गुणितदूरत्वान्तरे न तिष्ठति, यदि कदाचिदस्मिन्नन्तरे समायाति,
नूनं तस्य पदार्थाश्छिन्ना भिन्ना भवन्ति। शनेर्वलयान्यस्मिन् दूरत्वाभ्यन्तरे वर्तन्ते, अत एव
तानि छिन्नानि भिन्नानि भूत्वाधुनासम्बद्धपदार्थमूलकानि।

(२) वेधोपलब्धप्रमाणानि—रश्मिविश्लेषणात्मकविधिना (डाप्लरसिद्धान्तेन) 'कीलर'-
महोदयेन शनिसमीपवर्तिभागापेक्षया शनिदूरवर्तिभागानां परिक्रमणकालस्य मान्द्यं ज्ञातम्।

बहिर्वलयस्य बहिर्भागस्याक्षभ्रमणकालः १४ हो २७ मि मितः, मध्यवलयस्य शनिसमीपवर्तिभागस्याक्षभ्रमणकालः ७ हो ४६ मि मितः, अन्तर्वलयस्य शनिसमीपवर्तिभागस्य चाक्षभ्रमणकालोऽत्यल्प एव। यदि वलयानि घनपिण्डरूपाण्यभविष्यन्, शनिवर्तिभागस्य शनिसमीपवर्तिभागापेक्षया गतिस्तीव्राऽभविष्यत्।

'जेलिगर'महोदयेनापि वलयानां कणमयत्वं साधितम्। यदा सूर्योऽस्माकं पृष्ठे तिष्ठति, वलयानि पूर्णचन्द्र इव प्रकाशन्ते, परन्तु किञ्चिद्देवेनान्तरं प्राप्य तेषां प्रकाशः पर्याप्तं न्यूनो भवति। अनेन वलयेषु बहवोऽसम्बद्धकणाः सन्तीति संभाव्यते, यतः कणानां किञ्चिद्देवेनान्तरे दीर्घास्छायाः पतन्ति, छायाभावाच्च प्रकाशहानिर्भवति।

७.६६ शनेरुपग्रहाः

शनेर्नवोपग्रहाः सन्ति। एषां 'टाइटन'नामक उपग्रहः सर्वाधिकप्रकाशमानोऽष्टमकोटिकनक्षत्रमिव भाति। अयं दूरदर्शकेनैव दृश्यते। चन्द्राद् विशालतरोऽयमेवैकाक्युपग्रहो यत्र वायुमण्डलं वर्तते। अस्य वर्णश्च किञ्चिद् रक्तपीतः।

शनेर्दूरतमो 'फोब'नामक उपग्रहो विचित्रगतिकोऽस्ति। अयं पूर्वतः पश्चिमं परिक्रामति।

निम्नलिखितसारिण्यामुपग्रहाणां दूरत्वादयो वर्णिताः सन्ति।

७.६६१ शनेरुपग्रहाणां सारिणी

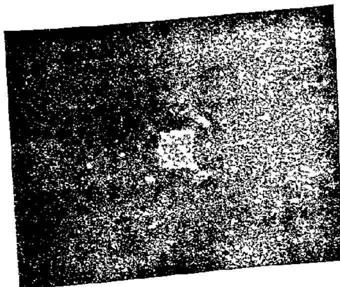
नाम	स्थितिकारः	अब्द.	दूरत्वं शनेः (क्रोशार्धानि)	परिभ्रमणकालः दि	हो	मि	व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	नक्षत्रकोटि
मिमस्	हर्शेल	१७८९	१,१६,०००	०	२२	३७	३०० (?)	१२
एन्केलडुस	,,	,,	१,४८,०००	१	८	५३	४०० (?)	१२
टेथस्	कैसिनी	१६८४	१,८३,०००	१	२१	१८	६०० (?)	११
डाइना	,,	,,	२,३४,०००	२	१७	४१	६०० (?)	११
री	,,	१६७२	३,२७,०००	४	१२	२५	९०० (?)	१०
टाइटन	ह्यूगेंस	१६५५	७,५९,०००	१५	२२	४१	२९००	८
हाइपेरियन	बॉड	१८४८	९,२०,०००	२१	६	३८	३०० (?)	१३
आइपेटस	कैसिनी	१६७१	२२,१०,०००	७९	७	५६		११
फोब	पिकरिंग	१८९८	८०,३४,०००	५५०	—	—	२०० (?)	१४

७-७१ वरुणः (यूरेनस)

प्राचीनानां ज्योतिर्विदां सौरमण्डलेऽन्तिमग्रहः शनिरासीत्। ज्योतिर्विदां सौरमण्डलेऽपि ग्रहाणां विषये शनिपर्यन्तमेव ज्ञानमासीत्। बुधादीनां ग्रहाणां स्थितिः केन कदा ज्ञातेति न जानाति कोऽपि, यतः सर्वेषु ज्योतिर्विदामेवैतज्ज्ञानमासीत्। परन्तु ग्रहस्याधिकस्य विषये न कस्यापि ज्ञानम् स्थितिर्ज्ञाता। १७८१-तमे ख्रिस्ताब्दे मार्चमासस्य १३-तमे दिनाङ्के 'सर्विलियमहर्शेल'महोदयेन

कोऽन्यनक्षत्रेभ्यो भासुरतरो ज्योतिर्बिन्दुर्दृष्टः स्वरचितेन नवदूरदर्शकेन । यदाधिकशक्तिकं चतुस्तालं दूरदर्शके तेन स्थापितं तदा तस्य बृहत्तरं बिम्बं जातम् । एवं तस्यानक्षत्रत्वं सिद्धम् । कालान्तरे भ्रष्टस्थानः स प्रथमं धूमकेतुर्मतः, परन्तु वर्षपर्यन्तकृतगणनया तस्य कक्षावृत्तं दीर्घवृत्ताकारं लब्धम् । ततस्तस्य ग्रहभावः सिद्धः, तस्य नाम च 'यूरेनस' कृतम् ।

वरुणस्य सूर्यकेन्द्राद् दूरत्वं १,८०,००,००,००० क्रोशार्धमितम् । प्रतिसेकिण्डं ४-क्रोशार्धगत्या दीर्घाकारकक्षायां परिभ्रमन् वरुणः ३०६८६ दिनेषु (८४ वर्षेषु) सूर्यस्य परिक्रमं करोति । अस्य कक्षाया उत्केन्द्रिता ०४७१-मिता, कक्षानमनञ्च ०°४६' कलामितम् । वरुण आकारो षट्कोटिकनक्षत्रमिव भाति दूरदर्शके हरिद्वर्णको दृश्यते । अस्य वास्तविकव्यासः ३१,००० क्रोशार्धानि, प्रतीयमानबिम्बव्यासश्च ३·८ विकलामितः । अस्य ध्रुवनिम्नता ·०८ मिता, अक्षभ्रमणकालश्च १०^घं^ ४८^मि^ मितः । दूरदर्शकेनास्मिन् शनाविव धूमिला मेखला दृश्यन्ते, वर्णविश्लेषणेन चास्य निर्मितिः शनिवद् गुरुवच्च निर्धारिता ।



वरुणस्य पञ्च उपग्रहाः [मैक्डोनल्ड वेधशाला]

वरुणस्य पञ्चोपग्रहाः सन्ति (द्रष्टव्यमत्र फोटोचित्रम्) । चत्वारः प्रकाशमानाः, पञ्चमो ग्रहस्य समीपतमो धूमिलश्च । सर्वे तीक्ष्णदूरदर्शकयन्त्रैरेव दृश्यन्ते । तेषां कक्षातलं वरुणकक्षातलात् प्रायः समकोणान्तरे । तेषां दूरत्वादीन्यधो दीयन्ते सारिण्याम् ।

७·७११ वरुणस्योपग्रहाणां सारिणी

नाम	विवृतिकारः	अब्दः	दूरत्वं वरुणात् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकालः दि	हो	मि	व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	नाक्षत्र कोटिः
मिरण्डा	कीपर	१९४८	८१,०००	१	९	५६		१७
एरियल	लैसेल	१८५१	११९,०००	२	१२	२९	६०० (?)	१५
उम्ब्रियल	,,	,,	१६६,०००	४	३	२८	४०० (?)	१५
टिटैनिया	हर्शेल	१७८७	२७२,०००	८	१६	५६	१००० (?)	१४
ओबेरन	,,	,,	३६४,०००	१३	११	०७	९०० (?)	१४

७·७२ इन्द्रः (नेपच्यून)

वरुणस्य विवृतिर्यद्यद्भुतासीत्तर्हीन्द्रस्य विवृतिरद्भुततरास्ति, यत इन्द्रविवृत्या नेत्रयोर्दूरदर्शकस्य वोपयोगो न कृतः, केवलं गणनयैवास्य सत्ता प्रकाशिता। विवृतिरियं ज्योतिर्गणितविद्याया अद्भुतश्चमत्कारः।

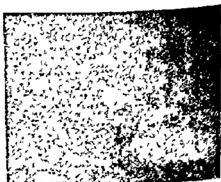
वरुणविवृत्यनन्तरं वरुणस्य मार्गो ज्योतिर्गणकैः सुस्थापितः, परन्तु वेधोपलब्धस्थानं सर्वदा गणनागतस्थानात् किञ्चित् पूर्वमासीत्। प्रथमं गणनाऽशुद्धिजनितमिदमन्तरमिति विचार्य पौनःपुन्येन गणना कृता, परन्तु सर्वदा सर्वथा तामेव शुद्धामनवेक्ष्याकर्षणसिद्धान्तवेदिगणकैरनुमितं तत् कोऽपि ग्रहो वरुणं निजाकर्षणरज्ज्वा गणनागतस्थानगमनाद् अवरुणद्धि।

१८४३-तमे खिस्ताब्दे आंग्लदेशवासिना 'एडम्स'महोदयेनास्याध्ययनं प्रारब्धम्। वर्षद्वयपर्यन्तं तेन गणना कृता, अन्ततः पिण्डस्य परिमाणम्, पिण्डमार्गः, पिण्डः कुत्र खे दृश्यमानो भविष्यतीति च तेन लब्धम्। स १८४५-तमे खिस्ताब्दे २१-अक्टूबरे 'ग्रिनिच'वेधशालायां सर्वं गणनावृत्तमध्यक्षाय दत्तवान्।

अत्रान्तरे फ्रान्सदेशे 'लेवेरियर'महोदयेनापीदृशी गणना विधाय बर्लिनवेधशाला-

ध्यक्षाय स्वगणनावृत्तं प्रेषितम्। तदध्यक्षेण 'गॉल'महोदयेन झटिति तस्य ग्रहस्य दर्शनं कृत्वा नूतनग्रहस्य स्थितिर्जगति विज्ञापिता।

एवं ग्रहस्यास्य विवृतिं कुर्वता 'एडम्स'महोदयेन 'लेवेरियर'महोदयेन च विवृतेर्गौरवमवाप्तम्। अनयोः पश्चात् 'गॉल'स्य विवृतिरभवत्।



इन्द्रः, तदुपग्रहः 'ट्रिटनः' [मौण्टपालोमर-वेधशाला]

पृथ्व्यपेक्षया इन्द्रस्य सूर्याद् दूरत्व ३० गुणितम्। १६५ वर्षमितोऽस्य परिक्रमणकाल। वर्णच्छत्रविश्लेषणात्मकपद्धत्याऽस्य दूरदर्शकेनाय हरिद्वर्णोऽष्टमकोटिकनक्षत्रवदाभाति। अक्षभ्रमणकाल १६ होरामितो भवति।

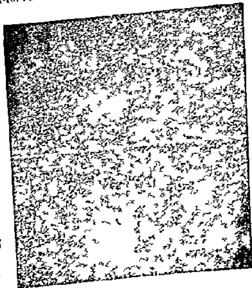
इन्द्रस्य द्वावुपग्रहौ। प्रथमश्चन्द्राद् विशालतर पूर्वत पश्चिम परिभ्रमति, द्वितीयो दूरवर्ती लघुपरिमाणकोऽप्रतिभूमिलश्च निम्नलिखितसारिण्या दूरत्वादीनि दीयन्ते—

७७२१ इन्द्रस्योपग्रहयो सारिणी

नाम	विवृतिकार	अब्द	दूरत्व इन्द्रात् (क्रोशार्धानि)	परिक्रमणकाल	व्यासमानम् (क्रोशार्धानि)	नाक्षत्रकोटि
ट्रिटन	लैसेल	१८४६	२२०,०००	५दि २१हो ३मि	२८०० (?)	१३
नेरियड	कीपर	१९४९	— —	वर्षद्वयम्	१०० (?)	१९

७७२ कुबेर (प्लूटो)

कुबेरस्यापि विवृतिर्गणनयैवाभवत्। इन्द्रनिवृत्यनन्तर वरुणस्य गतिभेद किञ्चिद् व्याख्यात, परन्तु गणनायामिन्द्रजनितविक्षेपसंस्कारान् कृत्वापि वरुणस्य गतिभेद व्याख्यातुमसमर्था अभवन् ज्योतिर्विद। खिस्ताब्दे १९१५ तमे 'लवेल' महोदयेन तस्याज्ञातपिण्डस्य गणना प्रारब्धा, येनाकृष्टो वरुणो गतिभेद प्राप्नोत्। दुर्भाग्यवशात् स विवृते पूर्वमेव मृत, तथापि तस्य सहकारिण कार्यतत्परा सन्त खिस्ताब्दे १९३० तमे मार्चमासे 'लवेल' सूचितस्थाने नूतनग्रहस्योपस्थिति फोटोफलके प्राप्नुवन्त।

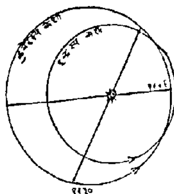


विवृतिकाले कुबेर [लवेल वेधशाला]

लवेलमहोदयस्याज्ञात पिण्डविषयकगणना कीदृशी यथार्थमानाना समीपेति निम्न सारिण्या स्पष्टेभवति। गणनाया इय शुद्धिराधुनिकगणि तस्यासाधारण कौशल प्रदर्शी करोति।

	गणनया ज्ञातपिण्डस्य मानानि	वेधोपलब्धमानानि
दूरत्वं (ज्योतिःप्रमापकाणि)	४३·००	३९·५२
परिक्रमणकालः (वर्षाः)	२८२ ००	२४८ ४३
उत्केन्द्रिता	० २०२	०·२४९
नीचभोगांशाः	२०४°४८′	२२२°३०′
कक्षाणमनम्	१०°	१७°९′
नाक्षत्रकोटिः	१३	१४५

सौरमण्डले कुबेरस्य कक्षाया उत्केन्द्रिता सर्वाधिका, कक्षाणमनञ्च सर्वाधिकम् । उत्केन्द्रितामानस्य पर्याप्तत्वात् कुबेरः १९८९–तमे खिस्ताब्द इन्द्रकक्षाया अपि समीपतरमायास्यति ।



कुबेरस्य कक्षावृत्तम

७.८ ग्रहाणां सारिणी

नाम	सूर्याद् मध्यमं (ज्योतिःप्रमापकानि)	दूरत्वम् (नियुत-मीलमानानि)	नाक्षत्रकालः (दिनानि)	युतिकालः (दिनानि	उत्केन्द्रिता	कक्षाणमनम्
बुधः	·३८७१	३५·९६	८७·९६९	११५·८८	०·२०६	७°०′
शुक्रः	·७२३३३	६७·२०	२२४·७०१	५८३·९२	०·००७	३ २४
भूः	१·००००	९२·९०	३६५·२५६		०·०१७	० ०
भौमः	१·५२३७०	१४१·६	६८६·९८०	७७९·९४	०·०९३	१ ५१
			(वर्षाः)			
सेरेसः	२·७६७२	२५७·१	४·६०४	४६६·६०	०·०७७	१० ३७
गुरुः	५·२०२८	४८३·३	११·८६२	३९८·८८	०·०४८	१ १८

नाम	सूर्याद् मध्यम दूरत्वम् (ज्योतिष्प्रमापकाणि)	(नियुतक्रोशार्धानि)	नाक्षत्र कालः (दिनानि)	युतिकालः दिनानि	उत्केन्द्रता	कक्षानमनम्
शनिः	९.५३८८	८८६.२	२९.४५८	३७८.०९	०.०५६	२ २९
वरुणः	१९.१९१०	१७८३	८४.०१५	३६९.६६	०.०४७	० ४६
इन्द्रः	३०.०७०७	२७९४	१६४.७८८	३६७.४९	०.००९	१ ४७
कुबेरः	३९.४५७४	३६७०	२४७.६९७	३६६.७४	०.२४९	१७ १

नाम	व्यासमानं (क्रोशार्धानि)	पिण्डमात्रा [पार्थिवपिण्ड-मात्रा १ =१]	घनत्वम् जलस्य=१	अक्ष-भ्रमण कालः	विषुवरेखायाः प्रवणता (क्रान्तिवृत्तात्)	ध्रुव-निम्नता	महत्तमभास्वरत्काले नाक्षत्र-कोटिः
सूर्यः	८६४०००	३३१९५०	१.४१	दि २४.६५	७°१०′	०	—२६.८
चन्द्रः	२१६०	०.०१२	३.३३	२७.३२	६ ४१	०	—१२.६
बुधः	३१००	०.०४	३.८	८८		०	—१.९
शुक्रः	७७००	०.८१	४.८६	३० (!)		०	—४.४
भूः	७९२७	१.००	५.५२	२३ हो ५६ मि	२३°२७′	१/२९६	
भौमः	४२१५	०.११	३.९६	२४ ३७	२४	१/१९२	—२.८
गुरुः	८८६४०	३१६.९४	१.३४	९ ५०	३ ७	१/१५	—२.५
शनिः	७४१००	९४.९	०.७१	१० ०२	२६ ४१	१/९.५	—०.४
वरुणः	३२०००	१४.७	१.२७	१० ४१	९८	१/१४	+५.७
इन्द्रः	३१०००	१७.२	१.५८	१५ ४८	२९	१/४०	+७.६

अष्टमोऽध्यायः

धूमकेतुः

[सौरमण्डले भ्रमता ग्रहव्यतिरिक्तपिण्डानां स्वरूपगत्यादीन्यत्र द्रष्टव्यानि ।]

८.१ धूमकेतवः

धूमकेतव उत्पातचिह्नानीति प्राचीनानां प्रसिद्धिः । अस्याः प्रसिद्धेर्मूलं तेषां विरलागमनमेव, यतो विरलदर्शनेषु प्रायेण रहस्यपूर्णशक्तिमत्ता मन्यते । वस्तुतः प्रकाशमानानां चाक्षुष-(चक्षुर्दृष्ट) धूमकेतूना दर्शनं विरलमेव । मानवस्य शतवर्षायुष्के जीवने दशाधिकानां नेत्रदृष्टधूमकेतूनां दर्शनं प्रायोऽसम्भवम् । परमधुना धूमकेतुषु न कापि रहस्यपूर्णा शक्तिर्मन्यते, यतो दूरदर्शकयन्त्रेण तेषां दर्शनानि सुलभान्येव । अकस्मादेव नक्षत्रावलोकनकार्ये सायंकाल आकाशस्य पश्चिमभागे, सूर्योदय आकाशस्य पूर्वभागे ते काले काले दृष्टिपथमवतरन्ति । प्रतिवर्षं पञ्चषकेतव आलोक्यन्ते । एषां त्रयश्चत्वारो वा नूतना धूमकेतवः, शेषाः पुनरागताः पूर्वपरिचिताश्च ।

८.११ परिक्रमणमार्गः

सर्वे धूमकेतव एकरूपेण दृश्यन्ते । न दृश्यते तेषां किमपि स्पष्टं प्रत्यक्षं भेदकम्, येन ते सजातीयेष्वभिज्ञाता भवेयुः । तथापि ज्योतिर्गणकैस्ते सूर्यमभितः स्वपरिक्रमणमार्गेणाभिज्ञायन्ते ।

परिक्रमणमार्गस्य द्वावाकारौ—(१) दीर्घवृत्ताकारः, (२) परवलयाकारश्च । दीर्घवृत्ताकारमार्गस्था धूमकेतवो नियमिता आख्यायन्ते, परवलयाकारमार्गस्थाश्चानियमिताः ।

दीर्घवृत्ताकारमार्गस्था धूमकेतवः सूर्यं परितो दीर्घवृत्तेषु भ्रमन्ति । दीर्घवृत्तानामेकस्मिन्नाभौ सूर्यस्तिष्ठति । मार्गस्य दीर्घवृत्ताकारत्वात्ते धूमकेतवः पुनः पुनः सूर्यं प्रत्यागच्छन्ति, तेषां भगणकालादयोऽपि ग्रहभगणकालादिवन्नियमिताः । न कस्यापि धूमकेतोर्भगणकालः शतवर्षाधिकः, परमुत्केन्द्रिता च तेषां पर्याप्तमिता, कक्षागमनञ्च साधारणम् । परिक्रमणे ते ग्रहवत् पश्चिमतः पूर्वं गच्छन्ति ।

परवलयाकारमार्गेण ये धूमकेतवो भ्रमन्ति तेषां परवलयाकारमार्गस्यापि एकस्मिन्नाभौ सूर्यस्तिष्ठति । परं यथा परवलयस्य द्वे शाखे अनन्तस्थानं प्रति सर्वदा गच्छतः, न च कदापि परिवर्तेते, तथा धूमकेतव एत एकदा सौरमण्डलेऽतिथिरूपेणागच्छन्ति, पुनश्च न दृश्यन्ते । एषां कक्षागमनं पर्याप्तमितम् । एषामर्धाः पूर्वतः पश्चिमं भ्रमन्ति, अर्धाश्च पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति ।

८.१२ धूमकेतोः स्वरूपम्

धूमकेतोः त्रीणि प्रमुखाङ्गानि—(१) शीर्षम् (नाभ्यावरण), (२) नाभिः, (३) पुच्छञ्च । अत्र पुच्छमस्य महत्तममङ्गम्, यतः पुच्छवत्त्वादस्य नाम 'पुच्छलतारा' प्रसिद्धम् । धूमकेतुशब्दस्य व्युत्पत्त्यापि धूमपूर्णकेतोः (धूमपूर्णपुच्छस्य) महत्ता दृश्यते ।

सर्वेषां धूमकेतूनां शीर्षमवश्यं विद्यते। तन्न्यूनाधिकं वृत्ताकारम्। इदं मेघसदृशं पर्याप्तं धूमिलं महापरिमाणकञ्च। अस्य व्यासो न कदापि १५,००० कोशार्धादल्पः।

शीर्षमध्यभागो नाभिरुच्यते। केन्द्रभागस्थेयं नाभिर्नक्षत्रमिव भाति। अस्याकारश्च गोलः, परिमाणञ्चाल्पं ५००-९०० कोशार्धमितकम्। धूमकेतोः क्वचिद् द्वे नाभी, क्वचिदेका नाभिः (साऽपि केवलं सूर्यसामीप्ये), क्वचिदेकापि न।

तृतीयमङ्गं पुच्छमस्य प्रधानमङ्गम्। पुच्छमतिदीर्घं (कदाचित् कोटिकोशार्धमितमपि) परिमार्जिनीव दृश्यते। सा शीर्षाद् निस्सरति। पुच्छं शीर्षापेक्षया किञ्चिद् धूमिलम्। तत् कस्मात् स्थानाद् निःसृतमिति निश्चयो दुष्कर एव। यद्यपि पुच्छं सर्वाधिकदीर्घाङ्गं प्रमुखञ्च, तथापि कतिपयानां दूरदर्शकेनैव दृष्टानां लघुधूमकेतूनां पुच्छं न विद्यते।



धूमकेतु १९१०-अ
[लावेल वेधशाला]



धूमकेतु-१९४८
[लावेल-वेधशाला]

८.१३ पुच्छम्–उत्पत्तिर्गतयश्च

यदा धूमकेतुः सूर्यस्य सामीप्यं भजते तदा तस्यैकं पुच्छं जायते। पुच्छं शीर्षात् सूर्यं प्रतिकूलदिशायां प्रथमं निस्सरति। यथा यथा सूर्यस्य समीपं धूमकेतुर्गच्छति तथा तथा पुच्छं दीर्घं दीर्घतरञ्च भवति। एवं पुच्छं वस्तुतः शीर्षस्थवाष्प-सूक्ष्मरजःकण समूह एव, य. सूर्यप्रकाश किरणैः प्रणुदितः सूर्यप्रतिकूलदिशायां शीर्षाद् निस्सरति। एवं सूर्यकिरणप्रणोद एव पुच्छस्य हेतुः।



पुच्छनिभाणिम्

पुच्छस्य तिस्रो गतयः। प्रथमा तद् नाभेः प्रतिसैकिण्डं नैककोशार्धगत्या बहिर्निस्सरति। द्वितीया यथा यथा पुच्छं शीर्षाद् दूरं भवति तथा तथा प्रणोदाल्पत्वात् तस्य परिमाण वर्धते। अत एव तत् सूर्यप्रतिकूलदिशायां शृङ्गाकार भवति। तृतीया सूर्यं परितो भ्रमणशीलत्वात् 'केप्लर'नियमेन पुच्छस्य सूर्यदूरवर्तिभागा मन्दगत्या भ्रमन्ति, सूर्यसमीपवर्तिभागाश्च शीघ्रगत्या भ्रमन्ति। अत एव पुच्छं नाभेः पश्चा त्तिष्ठति, अर्थात् पुच्छं किञ्चिद् वक्रता भजते।

पुच्छे यानि वाष्पाणि विरलसूक्ष्मरजःकणाश्च वर्तन्ते तेषा विषपूर्णप्रभावो भूवासिना भविष्यति यदि धूमकेतोः पुच्छ भुवः समीपं भूवायुमण्डलमध्याद् वा गच्छतीति साधारणजनाना भय न निर्मूलम्। तथापि पुच्छस्य वाष्पाणीयद्विरलानि यत् खिस्ताब्दे १८६१ तमे १९१० तमे चेदृशी घटना घटिता, न च कोऽपि प्रत्यक्षविषपूर्णप्रभावो दृष्टः।

८.१४ वर्णच्छत्रम्

वर्णच्छत्रे काश्चिद् रेखाः सूर्यवर्णच्छत्रीयरेखासमाः काश्चिच्च सूर्यवर्णच्छत्रीयरेखाभ्यो भिन्ना दृश्यन्ते। अत एव धूमकेतुप्रकाशकिरणेषु केचन किरणा धूमकेतुकणपरावर्तिताः सूर्यप्रकाश किरणा एव, केचन च धूमकेतोः स्वकीया इति सिद्ध्यति। धूमकेतोः स्वकीयकिरणाना वर्णच्छत्रीयरेखाभिर्ज्ञायते यत्र वाष्पाणि सूर्यकिरणप्रणुदितानि सन्ति प्रकाशमानानि भवन्ति। वर्णच्छत्रविश्लेषणेन C_2, NH, CN, OH, OH आदिव्यूहाणूनामुपस्थितिः सूच्यते। एतेषु व्यूहाणुषु कतिपया व्यूहाणवः पृथिव्यां न लभ्यन्ते।

८.१५ पिण्डमात्रा, रचना च

धूमकेतुर्मुख्यतयौलिकद्रव्यरचितो भवति। एते विरलघनत्वन्त औलिकद्रव्यकणाः सूक्ष्मरजोमिश्रितवाष्पैः सम्मिलिता भवन्ति। सूर्यसामीप्ये वाष्पाण्यौलिकद्रव्यकणेभ्यः पृथग् भूत्वा सूक्ष्मरजःकणै. सह नाभ्यावरण रचयन्ति, ततः सूर्यकिरणप्रणुदितानि भूत्वा पुच्छं रचयन्ति। तत्र

---

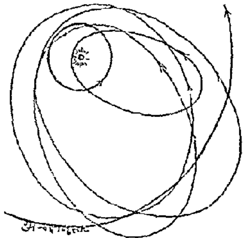
१. प्रकाशस्यापि भारो वर्ततेऽयमाश्चर्यविषयः परं विज्ञानविद्भिः सुसाधितः।

च परावर्तितसूर्यकिरणैः सूर्यप्रकाशप्रणुदनजनितवाष्पीयप्रकाशकिरणैश्च भास्वरत्वं दृश्यते। औल्किकद्रव्यकणेभ्यो वाष्पाणां पृथग्भवनस्य, नाभ्यावरणपुच्छरचनायाः प्रकाशमानत्वस्य च प्रक्रिया शनैः शनैः सूर्याद् दूरत्ववृद्धौ समाप्ता भवति। अन्ततोऽप्रकाशमान औल्किकद्रव्यपुञ्ज एव धूमकेतुर्भवति। पिण्डमात्रा नूनं किञ्चिद् न्यूना भवति, यतः पुच्छरूपेण निसृता पिण्डमात्रा प्रायेण पुञ्जे पुनर्नागच्छति।

धूमकेतोः परिमाणं सुदीर्घकम्, पिण्डमात्रा चाल्पा,[1] अत एव तस्य घनत्वमत्यल्पमितम्। महत्स्योपग्रहस्य सामीप्येऽपि धूमकेतुमार्गस्य च्युतिहीनत्वमत्रैकं प्रमाणम्, पुच्छाना पारदर्शकत्वं द्वितीयम्।

८.१६ धूमकेतूनां परिवाराः

दीर्घवृत्ताकारमार्गकाणां धूमकेतूनां प्रायेण त्रिशतसंख्याका गुरुपरिवारीयाः कथ्यन्ते। एतेषां सर्वेषामुच्चबिन्दुः सपातबिन्दुर्वा गुरुकक्षायाः समीपे दृश्यते। भगणकालः पञ्चवर्षाधिको नववर्षाल्पश्च भवति। कक्षाणमत्र साधारणैव दृश्यते। सर्वे पश्चिमतः पूर्वं भ्रमन्ति। 'एन्की' धूमकेतुरस्मिन्नेव परिवारे वर्तते, स प्रत्येकस्मिन् चतुर्थे वर्षे दृश्यते।



ग्रहेषु गुरोः पिण्डमात्रा सर्वाधिका, अत एव स समर्थः पर्याप्तसंख्याया धूमकेतूनां बन्दीकरणे। अन्यैरपि ग्रहैः कतिपया धूमकेतवो बन्दीकृताः—शनिना षट्, वरुणेन द्वौ, इन्द्रेण चाष्टौ।

८.१७ धूमकेतूनां वर्गः

सन्ति कतिपया धूमकेतवो येषां कक्षातत्वानि प्रायः समानानि। एत एकवर्गीयाः कथ्यन्ते। १६६८-१८४३ प्रथम-१८८२ द्वितीय-१८८७ प्रथमधूमकेतव एकवर्गीयाः सन्ति। एते सूर्यस्यातिसमीपमपि गच्छन्ति। १८८२ सितम्बरस्य षिनम्बरमासे हृष्टः १८८२-द्वितीय धूमकेतुरद्भुत आसीत्। स दिवापदृश्यत। स सूर्यमानमण्डलमप्यान् संक्रम्य ३,००,००० क्रोशार्धदूरस्यान्तरे प्रविशेर कोटिक्रोशार्धगत्या निरगच्छत्। सूर्यस्यातिसामीप्या-

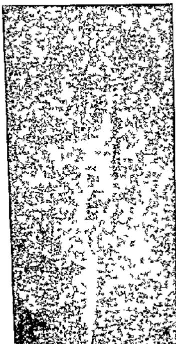
1. अस्माकं वायुमण्डलापेक्षया $\frac{1}{२०,००,००,००,००,००,००,००,०}\left(=\frac{1}{२ \times १०^{१७}}\right)$ मात्रमिता हालिकेतोः पिण्डमात्रा।

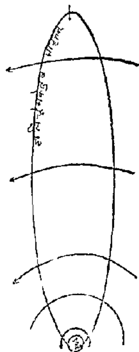
तस्य नाभिश्चतुर्धाभवत् । अर्थादेक एव धूमकेतुश्चतुर्धाऽभवत् । चत्वारो नवसृष्ट धूमकेतव पृथग्भूय भ्रमन्ति । तेषां परिक्रमणकाल क्रमशः ६६४ वर्षाणि, ७६९ वर्षाणि, ८७१ वर्षाणि, ९५९ वर्षाणि चास्ति, अत एव ते २१–तमशतकात् प्रारभ्य २८–तमशतकपर्यंत पुनरेकवार द्रक्ष्यन्ते ।

८.१८ प्रसिद्धा धूमकेतव

हालिधूमकेतु

सर्वप्रथमं 'न्यूटन'महोदयेन धूमकेतूना मदनत् सूर्यपरिक्रमणमनुगितम्, पर न तेन कृता कस्यचन धूमकेतुविशेषस्य गणना । तस्य मित्रेण 'हालि'महोदयेन १६८२–तमे खिस्ताब्दे तत्कालदर्शनागतधूमकेतो कक्षावृत्ततत्त्वानि गणयित्वा, तस्य परिक्रमणकालस्य मान ७६–वर्षाणि लब्धम् । पूर्वोल्लेखैस्तेन दृष्ट यत् प्रत्येक ७६–तमे वर्षे एको धूमकेतुरदृश्यत । अत एव हालि





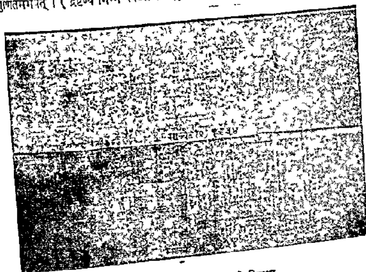
हालिधूमकेतु

महोदयेन १७५८ तमे खिस्ताब्दे धूमकेतो पुनर्दर्शन भविष्यतीति घोषितम् । हालिमहोदयोऽति वृद्ध आसीत्, पुनरागमनात् पूर्वमेव पञ्चत्व गत, तथापि पूर्वसूचितवर्षे पूर्वसूचितस्थाने धूमकेतो

दर्शनमभवत्। धूमकेतोश्च नाम 'हालि'धूमकेतुः कृतो ज्योतिर्विद्भिः। हालिधूमकेतु' १९१०-तमे
खिस्ताब्दे दृष्ट आसीत्। पुनरयं १९८६-तमे खिस्ताब्दे द्रक्ष्यते।

'स्वामसन-वासमन'-धूमकेतुः (१९२५-द्वितीय-धूमकेतुः)

१९२७-तमे खिस्ताब्दे लब्धो धूमकेतुर्ग्रहवद् भ्रमति। अस्य वक्षावृत्त पूर्णतया गुरुकक्षा-
शनिकक्षा-मध्ये वर्तते। साधारणतोऽयमष्टादशकोटिकनभ्रुतमिव भाति, परन्तु काले कालेऽस्य
भास्वरत्वमकस्माद् वर्धते स्म। १९३४-तमे खिस्ताब्दे चतुर्दिवसान्तरे तस्य भास्वरत्वमकस्मात्
शतगुणितमभवत्। (द्रष्टव्य निम्न फोटोचित्रम्)—



धूमकेतु-१९२५ द्वितीयस्यौज्ज्वल्ये विकास
[यरकिज वेधशाला]

विएला-धूमकेतु

सर्वप्रथम १८२६ तमे खिस्ताब्दे 'बिएला' महोदयेन गणनयास्य परिक्रमणकाल ६½
वर्षमितो निश्चित। यदाय केतु' १८४६ तमे खिस्ताब्दे दृष्टस्तर्हि स द्विधा दृष्ट। तस्य द्वौ भागौ
पृथक् पृथग् भ्रमन्तौ दृष्टौ। १८५२ तमे खिस्ताब्दे द्वौ भागो द्वौ धूमकेतू अभवताम्। १८५९-
तमे, १८६६ तमे खिस्ताब्दे च महाप्रयत्नैरप्येतयोर्दर्शनं नाभवत्। परन्तु १८७२ तमे खिस्ताब्दे
गणनागतदर्शनकाले २७-नवम्बरे पृथिव्या उपर्यसंख्या उल्का अपतन्। एवं प्रतीयते यद् धूमकेतु'
छिन्नभिन्नो भूत्वा ह्युल्कापुञ्जोऽभवत्। एवं धूमकेतवो यदा कदा विनाशं गच्छन्ति।

८.२ उल्काः

यदा कदा रजनीकरविहीनायां निशायामम्बरे रत्नवत्प्रकाशमानेषु नक्षत्रेषु कतिपये
प्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते, ये क्षण भमण्डले चलन्त एव लुप्ता भवन्ति। साधारणजनेषु लोपोऽय

तारापतननाम्ना प्रसिद्धः। परन्त्विदं वस्तुतस्तारापतनं न, न चैते पिण्डा वस्तुतस्ताराः। तारा (नक्षत्राणि) अतिविशालाकाराः सन्ति, परन्त्वेते पिण्डाः केवलं प्रकाशहीना अतिलघुपिण्डाः। एते लघुपिण्डा भुवः सामीप्ये, भुव आकर्षणशक्त्याकृष्टा वायुमण्डलसङ्घर्षजनिततापेन प्रज्वलिताः सन्तः क्षणिकप्रकाशं प्रदर्श्य भस्मीभवन्ति।

एषां धूमकेतुभ्यो भिन्नत्वं निम्नतथ्यैः समर्थ्यते—

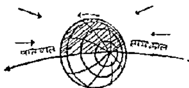
(१) धूमकेतूनां गतिरतिमन्दा। आकाशे कतिपयदिनपर्यन्तं (केचन नैकसप्ताह पर्यन्तमपि) दृश्यन्ते, रात्र्याः सर्वप्रहरेषु च चन्द्रवद् आलोक्यन्ते। उल्काः क्षणमाकाशेऽचिरप्रभया प्रकाश्यन्ते, क्षणिकां दीप्तिञ्च प्रदाय विलीना भवन्ति। एषां प्रकाशमानरेखा मिनटैककालपर्यन्तं दृश्यन्ते।

(२) धूमकेतवः सुदूरवर्तिखगोलीयपिण्डाः सन्ति, उल्काश्च प्रकाशमानकाले भुवो वायुमण्डले भवन्ति।

(३) धूमकेतवः परिमाणे पृथिव्या बृहत्तराः सन्ति (केचन तु सूर्य इव विशालकायाः सन्ति। तेषां सर्वेषां मध्यमानं दशपृथिवीसमं गण्यते), उल्काश्च सर्षपादतिसूक्ष्मपिण्डा एव।

८.२१ उल्कापतनस्य संख्या

प्रतिहोरं १०,००,०००–संख्याका उल्का भुवि पतन्ति (गणनेयं केवलं नेत्रदृष्टोल्का नामस्ति)। अर्थात् प्रतिदिनं २,४०,००,०००–संख्याकोल्कानां पिण्डमात्रा पार्थिवपिण्डमात्रया युज्यते। उल्कानां प्रत्येकं भारोऽतिलघुर्दृश्यते, तथापि प्रतिदिनं पतितानामुल्कानां सम्मिलितो भारः २४ 'सेर' मितो भवति।



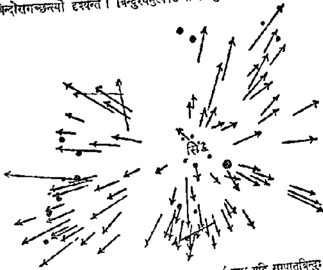
रजन्या उत्तरार्धकाले उल्का अधिकसंख्यायां पतन्ति।

उल्का रजन्या उत्तरार्धकालेऽधिकं दृश्यन्ते। पूर्वार्धकाले पृथिव्या गोलाकारभागो महाकाशेऽस्माकं सम्मुखं वर्तते। अत एव केवलं पृष्ठत उल्का आगच्छन्ति। प्रातःकाले वयं सम्मुखादरक्षिता भवाम, अत एवोल्का अधिकसंख्यायाम् अधिकवेगेनागच्छन्ति (द्रष्टव्यमनल्पं चित्रम्)।

८.२२ उल्कासम्पातविन्दुः

उल्काः सर्वदा समसंख्यायां न दृश्यन्ते। यदा कदा तासां संख्याऽऽधिक्यं भवति। एवं प्रतीयते यदाकाशे उल्कावृन्दानि भ्रमन्ति। यदा सूर्यं परितो भ्रमन् पृथिवी उल्कावृन्दपथमुल्लङ्घयति तदोल्का महासंख्यायां भुवि पतन्ति। इदमुल्कावृष्टिः कथ्यते।

यदि तूल्कावृष्ट्यवसरे दृष्टिगोचराणामुल्कासहस्राणां मार्गाः खगोले अङ्क्यन्ते, तर्हि ता एकस्माद् बिन्दोरागच्छन्त्यो दृश्यन्ते। बिन्दुरयमुल्कासम्पातबिन्दुरुच्यते (द्रष्टव्यमधश्चित्रम्)।



उल्कावृन्दानि च सम्पातबिन्दुनामभिः प्रसिद्धानि भवन्ति। (यथा यदि सम्पातबिन्दुः सिंहराशौ स्थितस्तर्हि उल्कावृन्दं सैंही वृन्दमुच्यते)। उल्कावृन्दानि प्रायेण धूमकेतुमार्गेण सम्बद्धानि भवन्ति (द्रष्टव्यः § ८·१८)। निम्नसारिण्यामुल्कावृन्दानि, तत्सम्बन्धिधूमकेतूना च नामानि दीयन्ते।

उल्कावृन्दम्	महत्तमवृष्टि	सम्बद्धधूमकेतु	धूमकेतोः परिभ्रमण कालः
वीणाविषयकम्	अप्रैल २२	१८६१–प्रथम	४०० वर्षाणि
कुम्भविषयकम्	मई ४	'हालि'	७६
ययातिविषयकम्	अगस्त ११	१८६२–तृतीय	१२०
कालियविषयकम्	अक्टूबर ९	१९३३–तृतीय	६½
मृगविषयकम्	अक्टूबर २१	हालि	७६
वृषविषयकम्	नवम्बर ९	एनकी	३⅓
'सैंही' (सिंहविषयकम्	नवम्बर १५	१८६६ प्रथम	३३
देवयानीविषयकम्)	नवम्बर २७	बियला	६½

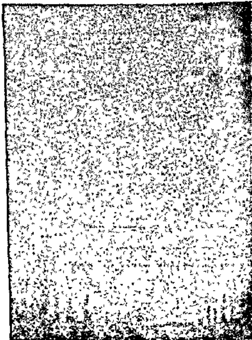
८.३ उल्कापिण्डाः

प्रायेणोल्का वायुमण्डलं प्रविश्य भूपृष्ठमलभमाना एव भस्मीभवन्ति, परं याः कास्चन भस्मीभवनादवशिष्टा भूतलं प्राप्नुवन्ति ता उल्कापिण्डाः कथ्यन्ते। उल्कापिण्डानां भार 'तोला'द्वयात् प्रारभ्य नैकटन'पर्यन्तं दृश्यते। उल्कापिण्डेषु प्रायः 'मैग्नेशिया' 'निकेल' लौहचूर्णादीनि लभ्यन्ते। उल्कापिण्डाश्च यदा कदातिवेगेन भुवि निपत्य तत्र गिरिमुन्नमपि रचयन्ति (द्रष्टव्यं १७० पृ० प्रथम चित्रम्)। यदा कदा बृहत्कायका उल्कापिण्डा दृश्यन्ते।



'एरिजोना' स्थाने उल्कापिण्डजनितगिरिमुखम्

८·४ राशिचक्रप्रकाशः



राशिचक्रप्रकाशः

उल्कादर्शनवदेकोऽन्योऽपि दृग्विषयोऽत्यन्तमद्भुत । मेघविहीने रजनीकरशून्ये निर्मले व्योमनि शरदर्तौ सूर्योदयात् किञ्चित्पूर्वं वसन्तर्तौ च सूर्यास्तस्य किञ्चित्पश्चात् सूर्यसमीपवर्तिभागा दुधे श्वेतप्रकाशो दृश्यते । अथ क्षितिजे पृथुतम उज्ज्वलतमश्च वर्तते, उच्चोन्नतांशेषु चाल्पीभवत्यस्य पृथुतोज्ज्वलता च । प्रकाशोऽय राशिचक्रमनुदृश्यते, अत एव राशिचक्रप्रकाशनाम्ना प्रसिद्ध । कान्तिवृत्तधरातले भूकक्षासूर्यमध्यवर्तिभागेषु सूक्ष्मा विरलाश्चौल्किकणा वर्तन्ते, एतेभ्यश्च सूर्य किरणा परावृत्ता सन्त इम प्रकाश जनयन्ति ।

विशेषद्रष्टव्यानि

§ ८१ धूमकेतवो ज्योतिर्विदा चिरपरिचिता सन्ति । अथर्ववेदसंहिताया तेषामुल्कानाञ्चो ल्लेखो लभ्यते—

"उत्पाता पार्थिवान्तरिक्षाच्छ नो दिविचरा ग्रहा । श नो भूमिर्वेपमाना शमुल्कानिर्हत च यत् ॥ श नो मृत्युधूमकेतु श रुद्रास्तिग्मतेजस ।" (१९९) । बृहत्संहिताया केतुचार नामकाध्याये धूमकेतूना विवरणानि दत्तानि । धूमकेतूना भेदा, तेषा सख्या (शत सहस्र वा), तेषा स्वरूपाणि, तेषा दर्शनस्य शुभाशुभफलानि च विस्तरेण व्याख्यातानि तत्र । तेषा द्विस्त्र चूल्ल सामान्यतो वर्णितम् । तेषा परिवारा सन्ति (§ ८१६) इति वराहसंहिताया निम्नवर्णितेन विभागेन सूच्यते । तत्र ६० सख्याकशनिपुत्रा धूमकेतव, ५६ सख्याकगुरुपुत्रा धूमकेतव, ६० सख्याकभौमपुत्रा धूमकेतव, इत्यादिधूमकेतवो वर्णिता । यथात्र (§ ८१८) प्रसिद्धा धूमकेतवो निवृत्तिकरनाम्ना (हालि धूमकेतु) प्रकल्पिता सन्ति, तथैव पैतामहस्चलकेतु, उद्दालकश्वेतकेतु, काश्यपश्वेतकेतु, इत्यादय पराशरसंहिताया लिखिता । पाश्चात्यदेशेषु तु सर्वप्रथम 'हालि' महोदयेन (१७५८ तमे खिस्ताब्दे) विज्ञापित यद् धूमकेतूना केचित् पुन पुनर्निश्चितसमया नन्तर दर्शन ददति, परन्त्वस्माक पूर्वाचार्यै पूर्वमेव केषाञ्चिद् धूमकेतूना परिभ्रमणमानानि सूचितानि, यथा—

"पैतामहस्चलकेतु पञ्चवर्षशत प्रोष्य उदित । अथोद्दालक श्वेतकेतुर्दशोत्तर वर्षशत प्रोष्य दृश्य । अथ रश्मिकेतुर्विभावसुज प्रोष्य शतम् ।" (पराशर)

§ ८२ उल्का वस्तुत पतन्ति नक्षत्राणि नेति ज्ञान पाश्चात्यदेशेषु नातिप्राचीनम्, परन्त्वस्माक ज्यौतिषाचार्याणामिद पूर्वमेवाधिगतमासीत् । श्रीपति भास्कराचार्यादिभिरुल्का कुजयोरन्तरेव गणिता । वराहसंहितायामुल्काना पञ्च भेदा वर्णिता —

दिवि भुक्तशुभफलाना पतता रूपाणि यानि तान्युल्का ।
धिष्ण्योल्काशनिविद्युत्तारा इति पञ्चधा भिन्ना ॥ (अध्याय ३३)

अत्राशनि 'meteorite उल्कापिण्ड' सम, विद्युत् 'Trai' समा, धिष्ण्या 'breball' समा, तारास्य 'meteor train' समा प्रतीयन्ते । वराहसंहिताया निम्नश्लोकास्तुल्नासौकर्याय दीयन्ते—

अशनि —अशनि स्वनेन महता नृगजाश्वमृगाश्मवेश्मतरुपशुषु ।
निपतति विदारयन्ती धरातल चक्रसस्थाना ॥

विद्युत्—विद्युत्सत्त्वत्रासं जनयन्ती तटतटस्वना सहसा ।
कुटिलविशाला निपतति जीवेन्धनराशिषु ज्वलिता ॥

धिष्ण्या—धिष्ण्या कृशाल्पपुच्छा धनूंषि दश दृश्यतेऽन्तराभ्यधिकम् ।
ज्वलिताङ्गारनिकाशा द्वौ हस्तौ सा प्रमाणेन ॥

तारा—तारा हस्तं दीर्घा शुक्ला ताम्राब्जतन्तुरूपा वा ।
तिर्यगधश्चोर्ध्वं वा याति वियत्युह्यमानेव ॥

§ ८.३ अशनिनाम्ना तूल्कापिण्डाः प्रसिद्धा आसन् । उपर्यशनिविवरणं दत्तमेव ।

५.३१५ ध्रुवप्रकाशस्य ज्ञातारोऽपि पूर्वाचार्या दृश्यन्ते । 'गन्धर्वनगर'-इति नाम कुवायौ दृश्यमानं दृग्विषयं निम्नरूपेण वर्णितं लभ्यते—

अनेकवर्णाकृति खे प्रकाशते पुरं पताकाध्वजतोरणान्वितम् ।[1]
यदा तदा नागमनुष्यवाजिनां पिबत्यसृग्भूरि रणे वसुन्धरा ॥



१. डा० गोरखप्रसादलिखितसौरपरिवारे ध्रुवप्रकाशचित्रयोः स्पष्टतया तोरणपताकाध्वजा-दीनि दृश्यन्ते ।

नवमोऽध्यायः

वेधशाला

[खगोलीयपिण्डानां निरीक्षणे नेत्रसहायकानां वेधशालां तत्रत्यविविधयन्त्राणां प्रक्रियोपयोगितयोश्चित्रादिसाहाय्येन वर्णनमत्र दीयते ।]

९.१ वेधशाला

ज्योतिर्विद्याया आत्मा वेधकार्यमेव, अतो वेधशालानां तत्र परमं महत्त्वपूर्णस्थानम् । पुरा वेधशालासु केवलं वेधयन्त्राण्यवर्तन्त । परमधुना वेधशाला वेधोपयोगिनां दूरदर्शकादियन्त्राणां शाला एव न, तत्र वेधोपलब्धसूचनागणनार्थं गणनाविभागः, यथार्थव्याख्याकरणार्थं भौतिकशास्त्रविषयकप्रयोगशाला, यन्त्ररचनागृहम्, पुस्तकालयादयस्चावश्यं वर्तन्ते ।

आधुनिकवेधशालानामग्रणी 'पलोमर'पर्वते[1] स्थापिता वेधशालास्ति, यत्र विशालतम परावर्तनात्मकं द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकयन्त्रं वर्तते । स्थानमिदं समुद्रतलात् ६००० फिटोच्छ्रये विद्यते, अत एव वायुमण्डलं सर्वदा विरलं रजःकणादिशून्यं मेघैरनावृतं वायुसंक्षोभविहीनञ्च वर्तते । समीपे च न किमपि महानगरं विद्यते, यत्रत्यविद्युद्दीपप्रकाशः फोटोफलकगृहीतनक्षत्रचित्रेषु धूमिलत्वं जनयेत् । एवमादर्शस्थाने[2] प्रतिष्ठापिता वेधशालेयं नीहारिका अत्याकाशगङ्गासस्थानानां विशेषाध्ययनं कुर्वती विश्वरहस्योद्घाटने प्रयत्नशीलास्ति ।

आधुनिकवेधशालासु नैकानि महाभीमकायकानि यन्त्राणि दृश्यन्ते, परन्तु प्राङ्गवजनानां नयने सर्वाधिकमाकर्षति दूरदर्शकयन्त्रं तस्यारोहणयन्त्रञ्च । दूरदर्शकयन्त्रमेकस्मिन् विशिष्टेऽर्धगोलाकारगृहे तिष्ठति । तच्च सुदृढकक्षीटभूमिकाया निर्मीयते । दूरदर्शकमाकाशस्य प्रत्येकदिग्विभागं प्रदर्शयितुं समर्थं भवेत् । अत एव शिखरगोलार्धो (द्रष्टव्यमपरपृष्ठे शिखरगोलार्धस्य चित्रम्) वृत्ताकारलौहपथमारूढो वर्तते । शिखरगोलार्धोऽतिभारकः, अत एव लौहपथे स विशालविद्युन्मोटरैर्भ्राम्यते । (यथा महत्त्वपूर्णरेलवेस्टेशनेषु 'इञ्जिन'स्य मुखं प्रतिकूलयितुं लौहपथाः सन्ति) ।

दूरदर्शकं क्षितिजात् खस्वस्तिकपर्यन्तं प्रदर्शयितुं समर्थं भवेत्, अत एव शिखरगोलार्धे एकं पृथुविवरं वर्तते (द्रष्टव्यमपरपृष्ठस्य छायाचित्रम्) । विशालविद्युच्चालितयन्त्रैर्दूरदर्शकमुपर्यधश्च

---

1. अमेरिकायाः केलीफोर्नियाप्रान्ते ।
2. सर्वथा रजःकणादिशून्यं मेघेभ्योऽप्युच्चं स्थितं नगराद् दूरवर्ति स्थानं वेधशालोपयुक्तम्, अस्मादेव कारणात् 'उत्तरप्रदेशीयशासनेन' स्वराज्कीयवेधशाला नैनीताले स्थापिता ।

(ऊर्ध्वाधरदिशाया) पृथुविवरमध्यादाकाश पश्यति। एव दूरदर्शक प्रत्येकमुन्नतांश प्रति (ऊर्ध्वाधरदिशाया भ्रामयित्वा) प्रत्येक दिगंश प्रति (शिखरगोलार्ध भ्रामयित्वा) क्रियते।

नक्षत्राणा सततवेधनार्थमिदमावश्यक यद् दूरदर्शकमपि नक्षत्रानुसार पूर्वत पश्चिम गच्छेत्। नक्षत्राणि क्रान्त्यशाना स्थिरत्वादहोरात्रवृत्तेषु भ्रमन्ति। अत एव विद्युच्चालितयन्त्रै



द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकस्य शिखरगोलार्ध
['पलोमर' कैलिफोर्निया]

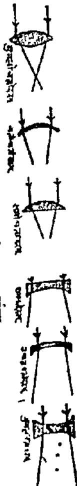
प्रथम दूरदर्शकस्य मुख नक्षत्र प्रति क्रियते, ततो विद्युच्चालित'घटिका'यन्त्रेण शिखरगोलार्ध सदूरदर्शकोऽहोरात्रवृत्ते भ्रमति। 'घटिका'यन्त्र पृथ्वीयाक्षभ्रमणेनैव भ्रमति यद् नाक्षत्रदिने पूर्णचक्र करोति, एवञ्च पृथिव्यक्षभ्रमण निष्फलीकरोति।

शिखरगोलार्धे वेधकर्तॄणा सौकर्याय कृत्रिमधरातलमस्ति, यद् विद्युच्चालकयन्त्रेणोर्ध्वमधो वा क्रियते। (क्षितिजवर्तिनक्षत्रवेधार्थं दूरदर्शक प्राय क्षैतिजधरातले स्थाप्यते, दूरदर्शकस्य चक्षुस्तालमत्युच्चे भवति, खस्वस्तिकवर्तिनक्षत्रवेधार्थं दूरदर्शक प्राय ऊर्ध्वाधरदिशाया स्थाप्यते

दूरदर्शनस्य चक्षुस्ताल वेधशालाकुट्टिमतल आगच्छति। वेधकर्ता च सदैव चक्षुस्तालस्य सम्मुखे वर्तते, अत एव तस्योर्ध्वाधोगमनमदस्य भावि)।

उपरि शिरस्गोलार्धस्य संक्षिप्त विवरण दत्तम्। अधुना वेध शालास्थयन्त्राणां विवरणानि दीयन्ते, प्रथम दूरदर्शकयन्त्रस्य, तत्पश्चाद् दूरदर्शकोपकारकयन्त्राणाम्।

९.२ दूरदर्शक यन्त्राणि



वेधकार्येषु नियामकानां यथार्थज्ञानाय, खगोलीयपिण्डानां स्पष्ट दर्शनलाभाय, तेषां भौतिकसंरचना रासायनिकसंरचनाश्च ज्ञातुं विविधानि यन्त्राणि प्रयुज्यन्ते। एतेषां यन्त्राणां दूरदर्शकयन्त्राणि परममहत्त्वपूर्णानि। दूरदर्शकानि नानाप्रयोजनेषु सफलानि दृश्यन्ते। तैरेव सूक्ष्मता यथार्थता चायाति, ते खगोलीयपिण्डाः साक्षात् भजन्ते। नक्षत्राणां फोटोचित्राणि गृह्यन्ते, वर्णच्छटादीनां ग्रहणमपि तैः सम्भवम्। एवं दूरदर्शकयन्त्रं परमोपयोगि।

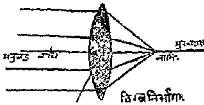
९.२१ प्रकाशकिरणानां नियमाः

प्रकाशकिरणा एव वेधकर्तारं नक्षत्रग्रहादिभिः संयोजयन्ति। अत एव प्रकाशकिरणग्राहिनियमाः अवश्यं ज्ञातव्याः। एते नियमाः केवलं संक्षेपेणात्र दीयन्ते, विशेषविवरणार्थं भौतिकशास्त्रग्रन्था अन्वेष्टव्याः।

(१) प्रकाशकिरणाः सामान्यतया तालेन त्रिपार्श्वेन वा गृह्यन्ते। प्रकाशकिरणास्ताल प्रविश्य यदा निस्सरन्ति तदा ते सङ्गता भवन्ति, असङ्गता वा भवन्ति। तालरचनायैषैव सङ्गतत्वमसङ्गतत्वं वा। यदुन्नतोदरतालानि तर्हि सङ्गतकिरणपुञ्जो भवति, यदि च नतोदरतालानि तर्हि असङ्गतकिरणपुञ्जो भवति।[1]

1. द्रष्टव्यम् § ४.१

(२) बिम्बनिर्माणम्



बिम्बनिर्माणम्

उन्नतोदरतालानि नतोदर दर्पणा एव वास्तविकबिम्ब कल्पयन्ति, अत एवैत एव दूरदर्शकेषु प्रयुज्यन्ते। उन्नतोदरताल प्रविश्य किरणाः संसृतकिरणपुञ्ज सृजन्तीति पूर्वमेवोक्तम्। अत्र काश्चित् परिभाषा दीयन्ते—

तालकेन्द्रम्—तालस्य मध्यवर्तिकेन्द्र तालकेन्द्रं कथ्यते।

नाभिः—संसृतकिरणपुञ्जो यस्मिन् बिन्दौ संसरति स नाभिः कथ्यते।

मुख्याक्षः—नाभि-तालकेन्द्र प्रोतरेखा मुख्याक्षः।

अनुबद्धनाभिः—मुख्याक्षे नाभिस्तालकेन्द्रस्य एकस्मिन् पार्श्वे वर्तते, तालकेन्द्रात् तस्मिन्नेव दूरत्वे तालकेन्द्रस्य द्वितीये पार्श्वे मुख्याक्षवर्तिबिन्दुः अनुबद्धनाभिः कथ्यते।

नाभ्यन्तरम्—केन्द्र नाभेरन्तर नाभ्यन्तर कथ्यते।

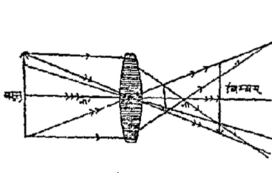
अत्रोपरि चित्र द्रष्टव्यम्। चित्रेणैताः परिभाषाः स्पष्टीभविष्यन्ति।

(३) बिम्बस्य चित्रनिर्माणे प्रयुक्ता नियमाः

(अ) मुख्याक्षसमानान्तराः किरणास्तालं प्रविश्य नाभिं स्पृशन्तो गच्छन्ति।

(आ) तालकेन्द्र स्पृशन्तो निर्गताः किरणाः सरलरेखया (भुग्नतामप्राप्य) गच्छन्ति।

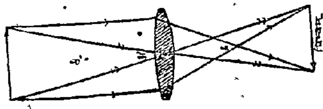
(इ) अनुबद्धनाभिं स्पृष्ट्वा गताः किरणास्तालं प्रविश्य मुख्याक्षसमानान्तरा भवन्ति।



बिम्बनिर्माणे प्रयुक्ता नियमाः

अभिदृश्यतालः

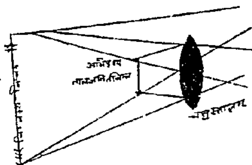
यदि वस्तु तालस्य नाभ्यन्तराद् दूरतर तर्हि तालं प्रविश्य निर्गताः किरणा वस्तुनोऽधोमुखि बिम्बं कल्पयन्ति। यदि वस्तु सुदूर वर्तते तर्हि प्रकाशकिरणाः सर्वे नाभिं संस्पृश्य गच्छन्ति। अधोमुखं लघ्वाकारकं बिम्बं नाभ्या भवति।



अभिदृश्यतालम्

चक्षुस्तालम्

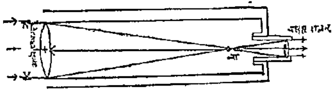
यदि वस्तु नाभ्यन्तराल्पदूरे वर्तते तर्हि तालं प्रविश्य निर्गताः किरणा वस्तुन एकमुन्नतं विस्तृतं काल्पनिकं बिम्बं रचयन्ति। साधारणदूरदर्शकवाचे नियमोऽयं प्रयुज्यते।



९.२२ वर्तमानकदूरदर्शकानि

साधारणदूरदर्शकयन्त्र उपर्युक्ततालद्वयस्य प्रयोगः क्रियते। एकस्या नलिकाया एकस्या कोट्यामभिदृश्यतालं स्थाप्यते। द्वितीयकोट्याञ्च चक्षुस्तालम्। नलिकाया दीर्घत्वं द्वयोस्तालयो-

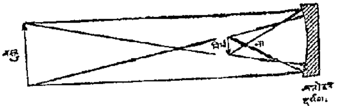
नोभ्यन्तरयोर्योगेन तुल्यम्। चक्षुस्तालं नलिकायामग्रे पश्चाद् वा मृदु सर्प्यते। प्रथमं बृहन्नाभ्यन्तरकं तालं बिम्बं नाभ्या कल्पयति। द्वितीयं चक्षुस्तालमल्पनाभ्यन्तरकं प्रथमतालकल्पितयथार्थबिम्बस्यातिविस्तृतं बिम्बं कल्पयति।



वर्तनात्मकदूरदर्शकम्

नतोदरदर्पणजनितबिम्बम्

यदा प्रकाशकिरणाः श्लक्ष्णप्राञ्जलदर्पणे पतन्ति, ततस्ते किरणाः परावर्तन्ते। यदि दर्पणस्य तलं गोलाकारं तर्हि तत् तालवद् बिम्बं कल्पयति। अनन्तदूरवर्तिनः प्रकाशकिरणा नाभ्यामधोमुखे बिम्बं लघ्वाकारकं जनयन्ति। अत एव दूरदर्शकेऽभिदृश्यतालस्थाने नतोदरदर्पणः प्रयुज्यते।

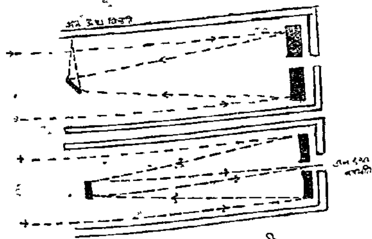


९.२३ परावर्तनात्मकदूरदर्शकम्

परावर्तनात्मकदूरदर्शके त्वभिदृश्यतालस्थाने नतोदरदर्पणः प्रयुज्यते। नतोदरदर्पणो वृत्ताकारः काचनिर्मितो भवति, अस्य बाह्यपृष्ठम् 'अलमूनियमा'दिपरावर्तकारिधातुभिराच्छादित भवति। वर्तनात्मकदूरदर्शकेऽभिदृश्यतालमूर्ध्वं वर्तते चक्षुस्तालं चाधः। अत एवाधोवर्तिजना अपि चक्षुस्ताले बिम्बानि पश्यन्ति। परन्तु परावर्तनात्मकदूरदर्शके त्वभिदृश्यदर्पणोऽधो वर्तते, नाभिश्चोर्ध्वं वर्तते। तत्र वेधकर्तॄणां गमनं न सम्भवम्। अत एव नाभ्यां (यत्र बिम्बं कल्प्यते)

समतलदर्पणप्रयोगेण विम्बमन्यत्र गम्यस्थले दृश्यते। समतलदर्पणस्य द्वौ प्रयोगौ प्रसिद्धौ—न्यूटो-नियन विधिः, कैसेग्रेनियन विधिश्च।

'न्यूटोनियन'-प्रकारके दूरदर्शकनलिकायामेको लघुः समतलदर्पणः ४५ अंशैः तिर्यक् तिष्ठति। ततो विम्बं परावर्त्य पार्श्वे पतति। 'कैसेग्रेनियन'-प्रकारके एको लघुरुन्नतोदरदर्पणः



प्रतिबिम्बं पुनरभिदृश्यदर्पणं प्रति प्रक्षिपति। अभिदृश्यदर्पणमध्ये एकं विवरं वर्तते, यतो विम्बं निर्गत्य चक्षुस्ताले पतति।

९-२४ दूरदर्शकयन्त्रस्य शक्तयः

दूरदर्शकस्य तिस्रः शक्तयः। प्रथमया तद् लघुवस्तूनि विस्तृतानि करोति, द्वितीयया तद् धूमिलं वस्तु किञ्चित् स्पष्टं करोति, तृतीयया च द्विकादीनां नक्षत्रद्वयस्य परस्परं वैभिन्न्यं प्रकटी-करोति। प्रथमा स्वभिवर्धनशक्तिः, द्वितीया प्रकाशग्राहिता शक्तिः, तृतीया विश्लेषिणी शक्तिरुच्यते।

अभिवर्धनशक्ति

यन्त्रस्याभिवर्धनशक्तिः साधारणतया सर्वाधिकमहत्त्वपूर्णा। द्विनेत्रयन्त्रेण जनो दूरनि-वस्तूनि, यानि नेत्राभ्यामेव बिन्दुरूपेण दृश्यन्ते, किञ्चिद् विस्तृततरं पश्यति। अभिवर्धनशक्ति-र्नाभिदूरत्वाधीना—

$$\text{अभिवर्धनशक्तिः} = \frac{F}{f} = \frac{\text{अभिदृश्यतालस्य नाभ्यन्तरम्}}{\text{चक्षुस्तालस्य नाभ्यन्तरम्}}$$

यथा यथा चाभिदृश्यतालस्य नाभ्यन्तरस्य मानं वर्धते, चक्षुस्तालीयनाभ्यन्तरस्य मानञ्च हीयते तथा तथाभिवर्धनशक्तिर्वर्धते। अत एव F-स्य मानं वर्धयित्वा f स्य मानमतिलघु कृत्वा भिवर्धनशक्तिर्वर्ध्यते। परन्त्वस्ति सीमाभिवर्धनशक्तेर्वर्धनस्य। एक इञ्चीयदूरदर्शकस्य महत्तमाभिवर्धनशक्तिः ५०-मिता। शत-इञ्चीयदूरदर्शकस्य ५०००-मिता, द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकस्य च १००००-मिता।

प्रकाशग्राहिता शक्तिः

यथा गृहे कक्षाया वातायनागत. प्रकाशो वातायनक्षेत्राधीन., तथैव दूरदर्शकस्य प्रकाशग्राहिताभिदृश्यतालस्य क्षेत्रस्याधीना। अत एव यथा यथा ह्यभिदृश्यतालक्षेत्र वर्धते तथा तथा प्रकाशग्राहिता शक्तिर्वर्धते।

प्रकाशग्राहिता ह्यभिदृश्यतालस्क्षेत्राधीना, क्षेत्रञ्च सदैव व्यासस्य वर्गाधीनम्। अत एव प्रकाशग्राहिता शक्तिरभिदृश्यतालस्य व्यासवर्गाधीना। अर्थात्

$$\text{प्रकाशग्राहिता शक्तिः} = (\text{अभिदृश्यतालस्य व्यासः})^2 \times \text{स्थिरराशि}.$$

निशाया मनुष्यस्य नयनतारिका $\frac{१}{४}$ इञ्चमिता भवति। अत एव एक-इञ्चीयदूरदर्शकस्य प्रकाशग्राहिता नयनापेक्षया $\frac{(१)^२}{(\frac{१}{४})^२} = १६$ गुणिता। अर्थात् तेन दूरदर्शकेन चाक्षुष नक्षत्राणा १/१६ गुणितभास्वरत्वता नक्षत्राणा दर्शन सम्भवम् (अर्थाद् नवमकोटिकनक्षत्राण्यपि दृश्यन्ते)। शत-इञ्चीयदूरदर्शकेन चाक्षुषनक्षत्रस्य १६०००० गुणितभास्वरत्वताम्, २००-इञ्चीय दूरदर्शकेन चाक्षुषनक्षत्रस्य ६४०००० गुणितभास्वरत्वता नक्षत्राणा दर्शन सम्भवम्।

विश्लेषिणी शक्तिः

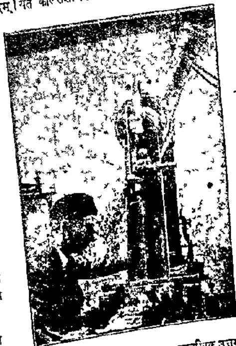
नक्षत्रस्य बिम्ब विवर्तनेन नैकैरेककेन्द्रिकैर्मिलैर्वलयैरावृत दृश्यते। अत एव यदि द्वे नक्षत्रे एवं स्थिते यत् तयोरन्तर बहिर्वलयव्यासादल्प तर्हि बृहत्याऽप्यभिवर्धनशक्त्या तयोः पृथक्करणं दुष्करम्। विश्लेषिणी शक्तिमहत्तमकोणीयदूरत्वम्, यतो भिन्ने नक्षत्रे स्पष्टतया विभिन्ने दृश्येते।

$$\text{विश्लेषिणी शक्तिः} = \frac{४''.५६}{\text{अभिदृश्यतालस्य व्यासः}}$$

द्विशत-इञ्चीयदूरदर्शकस्य विश्लेषिणी शक्तिः ०''.०२३, अर्थाद् यदि द्वे नक्षत्रे परस्परं ०''.०२३ दूरे तिष्ठतस्तर्हि ते पृथक् पृथग् दृश्येते। यदि द्वे नक्षत्रे परस्परं ०''.०२३ मिताऽल्पदूरे तिष्ठतस्तर्हि ते एकमिव दृश्येते।

१३ याम्योत्तरवृत्तम्

वेधशालायामत्यन्तोपयोगि यन्त्रमिदम् । यत कालसंशोधन वेधकार्येषु परमगहत्त्वपूर्णकार्यम्, कालसंशोधनस्थानेन यन्त्रेण क्रियते । अनेन दूरदर्शकविशेषेण याम्योत्तर वृत्तनामकेन याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयतो नक्षत्रस्योल्लङ्घनकाल उन्नतांशाश्च सूक्ष्मतया निश्चीयन्ते । याम्योत्तरो लङ्घने नाक्षत्रकाल एव नक्षत्रस्य विषुवांशा, अत उल्लङ्घनकाले निश्चि तेन कालेन नक्षत्रस्य विषुवांशा निर्धार्यन्ते । यदि नक्षत्रस्य विषुवांशाः पूर्वविदिता सन्ति तर्हि नाक्षत्रकाल सूक्ष्मतया निर्धार्यते । वेधोपलब्ध नाक्षत्रकालो नाक्षत्रकालघटिकादत्त नाक्षत्रकालेन तोल्यते, नाक्षत्रकाल घटिकाया गते शैघ्र्य मान्द्य (यद्यपि इद प्रायेण सूक्ष्मातिसूक्ष्म दृश्यते) प्राप्येते ।



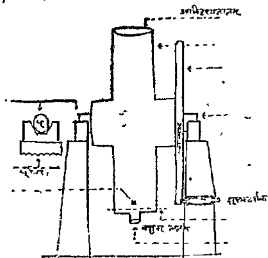
याम्योत्तरयन्त्रमिद यानारूढ न्यवन्नद् दृश्यते । दूरदर्शकमिद (दक्षिणाग्रमस्या [illegible] उत्तर इद केवल याम्योत्तरवृत्ते [illegible] न सम्भवम्, माकाशस्य सर्वभागेषु न भ्रमति । अनेन नक्षत्रस्य दीर्घ [illegible] समस्थानप्रोतवृत्ते) पूर्वापरदिशाया भ्रमति । यतो वेधे दूरदर्शयन्त्रे शीघ्रगत्या यावदिन नक्षत्रं दृश्यते ।

दूरदर्शकमेनमारोहितमसि यद् याम्योत्तरवृत्ते (याम्योत्तरसमा [illegible]) एवास्य भ्रमण भवेत् । दूरदर्शक भ्रमति । दूरदर्शकस्य समकोणे धुर केन्द्रीयरेखा पूर्णाक्ष कथ्यते । पूर्णाक्षमभितो [illegible] द्वे धुरी स्त । धुरौ V–आकारकौ । (द्रष्टव्यमग्रपृष्ठस्य चित्रम्)

अस्य यन्त्रस्य कार्यं मुख्यतया [illegible]नम् । अर्धं [illegible] मगोले स्थिति पुन पुनर्मीयते । नक्षत्राणां [illegible] याम्योत्तरोल्लङ्घन [illegible] दृष्ट्वा याम्योत्तरोल्लङ्घन [illegible] स्याप्यो । [illegible] स्थिरं प्राप्ते [illegible] दूरदर्शक नक्षत्रोल्लङ्घन [illegible] दृश्यन्ते । [illegible] एव ना [illegible] भवति । अ [illegible] तेन [illegible]

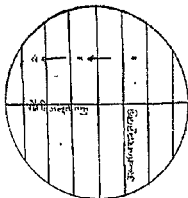
1. 'तोल' इति भाषायाम् ।

क्षैतिजो द्रुततन्तुः, प्रायेण दशसंख्यका ऊर्ध्वाधरद्रुततन्तवश्च सन्ति। नक्षत्रं सर्वप्रथमं सन्यतम-



याम्योत्तरवृत्तम्

भाग आत्मानं दर्शयित्वा सव्येतरभागं प्रति धावति। वेधकर्ता दूरदर्शकं भ्रामयित्वा नक्षत्र क्षैतिजतन्तौ स्थापयति। उन्नतांश-कुड्डपश्च स्थिरीक्रियते। नक्षत्रं क्रमश एकैकमूर्ध्वाधरतन्तुं स्पृशति। प्रत्येकस्मिन्नूर्ध्वाधरतन्तुस्पर्शे वेधकर्ता ह्येका विद्युद्घुण्डिकां संपीडयत्यङ्गुल्या। ततो विद्युद्धारया कालाङ्कक नामक यन्त्रे .. चिह्नानि जायन्ते। कालाङ्कश्च नाक्षत्रकाल घटिकया सम्बद्धं वर्तते (द्रष्टव्यः § ९.४)। क्षैतिजतन्तुरप्यूर्ध्वाधर-दिशायामितस्ततश्चाल्यते। नक्षत्र-बिम्बश्च तेन द्विविभक्तं क्रियते। प्रत्ये-



कस्मिन् विभाजनकाले विद्युद्घुण्डिका वेधकर्त्रा संपीड्यते। एवं कालाङ्कके चिह्नानि जायन्ते।

दूरदर्शकस्य चतसृषु दिशासु स्थापितानि चत्वारि दीर्घनलिकानि सूक्ष्मदर्शकयन्त्राणि। वैदचनांशलिखितवृत्ते विभिन्नानि परीक्षणानि दृश्यन्ते। परीक्षणानि च पश्चाद् विश्लेष्यन्ते। यद्यपि वेधकार्याणि सर्वाणि द्रुतगत्या क्रियन्ते, यतो नक्षत्रं क्षिप्रमेव दृश्यक्षेत्राद् बहिर्गच्छति, तथापि विश्लेषणे वर्तते महती गणना। सा सुदीर्घकालेन विभिन्नान् संस्कारान् विधाय क्रियते।

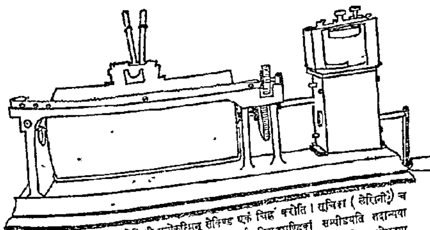
एवं परीक्षणानां विश्लेषणेन नक्षत्रस्य तावदुन्नतांशाः क्रान्त्यंशा याम्योत्तरोल्लङ्घनकालश्च सूक्ष्मतया यथार्थतया च निश्चीयन्ते ।

अधुना वेधकर्ता विद्युद्घुण्डिका न पीडयति । व्यक्तित्वविहीनसूक्ष्ममापक[1]मत्र प्रयुज्यते । वेधकर्ता केवलमूर्ध्वाधरं चक्रं तन्तुनेत्रं भ्रामयति यद् नक्षत्रबिम्बे निरन्तरं द्विविभक्तं वर्तते । कालाङ्कके च स्वयंचालित-यन्त्रेण चिह्नान्यङ्क्यन्ते ।

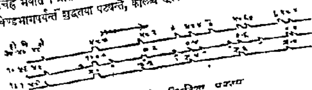
६.४ कालाङ्ककयन्त्रम्

याम्योत्तरचक्रस्थविद्युद्घुण्डिकां सम्पीड्य, वेधकर्ता विद्युद्धारया कालाङ्कके चिह्नानि कल्पयति । कालाङ्ककयन्त्रे एकं पत्रं गोलनलिकोपरि संलग्नं मिनटद्वये एकं परिभ्रमणं करोति ।

कालाङ्ककयन्त्रम्



अस्मिन् पत्रे एका विद्युल्लेखिनी प्रत्येकस्मिन् सेकिण्डे एकं चिह्नं करोति । सूचिका (लेखिनी) च नाक्षत्रकालघटिकायन्त्रेण सम्बद्धा वर्तते । यदा वेधकर्ता विद्युद्घुण्डिकां सम्पीडयति तदान्यया लेखिन्या चिह्नं भवति । प्रतिसेकिण्डेऽङ्कितानां चिह्नानां दर्शनेन, वेधकर्तृकृतचिह्नानि सापेक्षतया $\frac{1}{100}$ सेकिण्डभागपर्यन्तं शुद्धतया पठ्यन्ते, कालश्च सूक्ष्मतया ज्ञायते ।



अत्र वेधकर्तृकृतचिह्नानि X अङ्कितानि ।

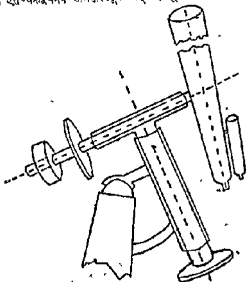
1. व्यक्तित्वविहीनसूक्ष्ममापकम् = Impersonal Micrometer

९.५ विषुवदीयदूरदर्शकम्

याम्योत्तरचक्रेण खगोलीयपिण्डा अत्यल्पकालपर्यन्तं दृश्यन्ते, यतो दूरदर्शकं सदैव याम्योत्तरदिशायां तिष्ठति, पिण्डाश्च झटिति याम्योत्तररेखामुल्लङ्घ्य लुप्ता भवन्ति। परन्तु खगोलीयपिण्डानां सुष्ठु ज्ञानाय सुनिरीक्षणाय सरलतया फोटोचित्रग्रहणाय च यन्त्रान्तरं प्रयुज्यते। इदं विषुवदीयदूरदर्शकयन्त्रनाम्ना प्रसिद्धम्।

सामान्यतया दूरदर्शकमिदं बृहदाकारकम्। याम्योत्तरचक्रादिषु नक्षत्रधावनस्य कारणं भुवोऽक्षभ्रमणम्, अत एवाक्षभ्रमणकृतधावनस्य प्रतीकारार्थं दूरदर्शकमिदं नाक्षत्रकालघटिकासञ्चालित आरोहणविशेषे स्थाप्यते। नाक्षत्रकालघटिकासञ्चालितयन्त्रं भुवोऽक्षभ्रमणस्य प्रतिकूलदिशायामक्षभ्रमणवेगसमजवेन भ्रमति।

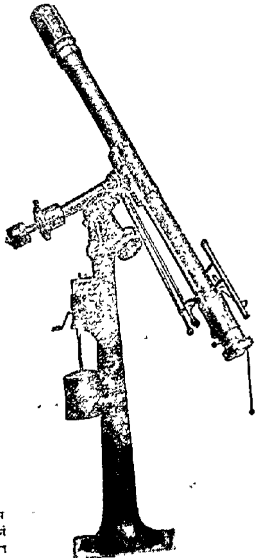
दूरदर्शकमिदमेवमारोह्यते यदाकाशस्य कस्यचिदपि भागस्याभिमुख्यमिदं भजेत। अत्र द्वौ परिभ्रमणाक्षौ परस्परं समकोणत्वं भजमानौ वर्तेते। प्रथमः पृथिव्याः परिभ्रमणाक्षसमानान्तरः, द्वितीयश्च परिभ्रमणाक्षलम्बवर्ती। प्रथमो ध्रुवीयाक्षः, द्वितीयश्च क्रान्त्यक्षः कथ्यते। प्रत्येकमक्षस्याधो भचक्राङ्कचिह्नितं वृत्तं वर्तते। ध्रुवीयाक्षस्याधो होराचक्रं क्रान्त्यक्षस्य चाधः क्रान्तिचक्रं दृश्यते। एतच्चक्रद्वयमेवं सामञ्जस्यपूर्णं यद् यदा दूरदर्शकं याम्योत्तरवृत्तवर्तिबिन्दुं प्रति



विषुवदीयदूरदर्शकम्

तिष्ठति तदा होराचक्रे शून्याङ्को दृश्यते, यदा च विषुववर्तिबिन्दुं प्रति तिष्ठति तदा क्रान्तिचक्रे शून्याङ्को दृश्यते।

उपर्युक्तं यद् दूरदर्शकमिदमाकाशस्य यस्यचिदपि भागस्याभिमुख्यं भजते । अत एव यदि कस्यचिद् नक्षत्रस्य होराकोणः +६०°, क्रान्त्यंशाश्च +३०″, तदा तस्य दर्शनार्थं विषुवदीयदूरदर्शकमेनं भ्राम्यते यद् ध्रुवीयाक्षो होराचक्रे ६०° मितकोणं रचयति, क्रान्त्यक्षश्च क्रान्त्यंशचक्रे +३०°-मितकोणं कल्पयति । एवमेव यदि नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशा होराकोणांशाश्च पूर्वविदिता न सन्ति, तर्हि होराचक्रे क्रान्त्यंशचक्रे चाशान् पठित्वा ज्ञायन्ते ।



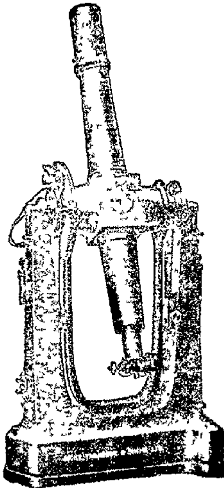
विषुवदीयदूरदर्शक

विषुवदीयदूरदर्शकान्यत्यन्तमुपयुक्तानि छायाचित्रादिग्रहणे । छायाचित्रग्रहणे माह्यविषयस्य सम्पूर्णतयाचलत्वं परमावश्यकम् । यद्यपि घटिकाचलितयन्त्रेण खगत्याक्षभ्रमणस्य प्रतीकारो भवति, तथाप्येतमन्यद् गौणदूरदर्शकं विशालदूरदर्शकस्योपरि स्थाप्यते, येन द्रष्टा वेधकर्ता कश्चिदपि गतिभेद निराकरोति ।

९.६ घटिकायन्त्राणि

वेधकार्येषु कालस्य कालमानेन संमार्जनं परमावश्यकं भवति । अत एव वेधशालासु द्वे घटिके सदैव भवतः । प्रथमा नाक्षत्रघटिका, द्वितीया च मध्यमकाल(सोलरटाइम)घटिका ।

पुराकाले घटिकायन्त्राणामाविष्कारात् पूर्वं वालुकायन्त्राणि, जलयन्त्राणि, सूर्यशङ्क्वादीनि चासन्। स्थूलकालगणनाय तानि पर्याप्तं यथार्थान्यासन्, परन्तु सूक्ष्मगणना पर्याप्तं दुष्कराऽऽसीत्। 'ह्यूगेंस'महोदयेन सर्वप्रथमं लोलकं पर्याप्तं घटिकायन्त्रेषु प्रायुज्यत। ततः प्रभृति घटिकायन्त्रेषूत्तरोत्तरं परिष्काराः जाताः। ज्यौतिषघटिका सामान्यघटिकाभ्यो न नितान्तं भिन्ना। ता केवलं सुपरिश्रमेणावधानेन च रच्यन्ते, यतस्तासु गतिभेदो न जायते। यदि कदाचिज्जायते तर्हि तस्य मानं स्वल्पम्।

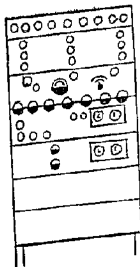


याम्योत्तरवृत्तम्

तापक्रमेण दोलकम्पने न्यूनाधिक्यमात्रं भिन्नता जायते। वायुमण्डलभारस्यापि प्रभावो दोलाकम्पे दृश्यते। अत एव ज्यौतिषघटिका एव रच्यन्ते यत् तापक्रमजनितदोषा मण्डलभारजनितदोषा न दृश्यन्ते। अधुना 'शार्ट'घटिकायन्त्रं प्रसिद्धम्। तत्र 'शार्ट'घटिकायां घटिके वर्तेते— 'स्वामिनीघटिका' द्वितीया 'दासी' नाम्ना च प्रसिद्धा। 'स्वामिनी'घटिकाया दोलकं वायुशून्यकोष्ठे तिष्ठति। विद्युद्धारया ... नियमितं वेगं लभते। स्वामिनी घटिकया सम्बद्धा दासी घटिका समय

यन्त्रान्तराणि च चाल्यति। 'शार्ट'घटिकायामधिकाधिको गतिविकार केवल प्रतिदिन ०.०१ सेकिण्डभागमित।

आधुना महत्या वेधशालाया 'स्फटिकघटिकायन्त्राणि' प्रयुज्यन्ते। नैनीतालस्थ-उत्तरप्रदेशीयवेधशालाया स्फटिकघटिकायन्त्र वर्तते। घटिका विद्युत्सञ्चालकयन्त्रेण चाल्यते। सञ्चालकयन्त्रस्य स्फटिकपट्टिकाया स्वतन्त्रकम्पनै: पूर्णतया नियन्त्रितम्। स्फटिकपट्टिका २" + १½" + १" परिमाणे। स्फटिकपट्टिका प्रदोलीविद्युत्परिपथे नियोजितास्ति। परिपथानामवयवा हेव सयोजिता वर्तन्ते, यत्तेषा दोलनकाल स्फटिकस्य स्वाभाविकदोलनकालेन सम। स्फटिकपट्टिका चैकस्मिन् सेकिण्ड लक्षवार (१,००,००० वार) कम्पते। तस्या परिपथेऽप्येतावत् सख्याकानि कम्पनानि भवन्ति। विद्युत्यन्त्रस्या प्रतिसेकिण्ड १,००० कम्पनानि क्रियन्ते। ततो नैका विद्युद्घटिका उच्चलन्ति। स्फटिकघटिकाया प्रतिदिन ०.००१ सेकिण्डभागादधिको गतिविकारो न भवति।



स्फटिकघटिकायन्त्र

६.७ विविधानि यन्त्राणि

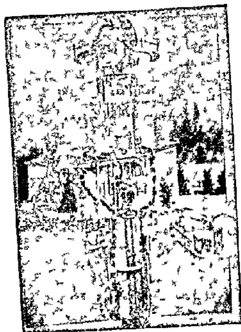
६.७१ फिलरसूक्ष्ममापकम्

विषुवदीयदूरदर्शकयन्त्रेण गृहीतानि छायाचित्राणि वेधस्य पश्चात् परीक्ष्यन्ते, सूक्ष्ममापकेन च माप्यन्ते। परन्तु यदा कदा नेत्राभ्यामेव मापनस्यावश्यकता दृश्यते तथा द्विग्रहानां योगाय च्यासमानानयने, द्विग्रहानां प्रधाननक्षत्र उडुनाभिनक्षत्र-दूरत्वमानानयने। एतदर्थं फिलरसूक्ष्ममापकं प्रयुज्यते। अस्य विवरणं § १२.१८ दास्यते।

६७२ नताशदूरदर्शकयन्त्रम् (नतांशनलिका)

अक्षांशनिर्णयो नतांशदूरदर्शकयन्त्रेण सुकरो भवति। दूरदर्शकविशेषेण नक्षत्रद्वयस्य नतांशा वेधेन ज्ञायन्ते। द्वे नक्षत्रे ईदृशे चीयेते, यत्र प्रथमं याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनं यावदस्य खस्वस्तिकं दक्षिणेन करोति, द्वितीयं तावदुत्तरेण करोति। तयोर्याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालयोरन्तरं प्रायेणाल्पमेव। एवं यदि स्थानस्याक्षांशा ⨍, तर्हि प्रथमस्य नक्षत्रस्य नतांशा $\text{९}, \text{⨍}$, द्वितीयस्य च नतांशा $⨍ \text{९}_2$। तयोरन्तरम् $\text{९}_1 + \text{९}_2 \text{ २⨍}$।

सूक्ष्ममापकस्य तन्तुः प्रथमं प्रथमस्य बिम्बस्य मध्यगताद्दूरत्वं मिनोति। यत्र ततोऽधोमुखं क्रियते। ततो द्वितीयस्य बिम्बस्य मध्यगतादूरत्वं तन्तुर्मिनोति। सूक्ष्ममापकस्य तन्तुर्यावदन्तरं गच्छति तद् मीयते। तच्चास्ति $\text{९}_1 + \text{९}_2 - \text{२⨍}$। यतः $\text{९}_1, \text{९}_2$ ज्ञातराशी स्तः, अतः एव ⨍ (अक्षांशाः) ज्ञायन्ते।



अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रम्

अधुना त्वेकमत्यन्तं परिष्कृतं यन्त्रं प्रयुज्यते। ऊर्ध्वाधरभ्रमणाद् एकं पारदयन्त्रं भ्रमति। वेधाना फोटोचित्राणि च गृह्यन्ते। ततः सूक्ष्ममापकयन्त्रेण दूरत्वं मीयते, यन्नामेदं 'फोटोग्राफिक जेनिथ ट्यूब' नाम्ना प्रसिद्धम्।

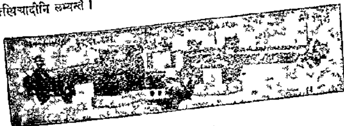
६७३ अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रम्

विषुवदीयारोहणेन दूरदर्शकं भ्राम्यते, परन्तु सुदीर्घनाभ्यन्तरयतो दीर्घदूरदर्शकयन्त्रस्य भ्रामणं न सरलं कार्यम्। अत एव सूर्यस्य वर्णमण्डलादीनां परीक्षणेषु, यत्र सुदीर्घनाभ्यन्तरयतो दूरदर्शकस्यावश्यकता दृश्यते, तत्रास्य दूरदर्शकं प्रयुज्यते। अट्टालिकादूरदर्शकयन्त्रस्योर्ध्वभागे एकं शिखरं वर्तते। तत्र 'कोलस्टार' नामकं यन्त्रं वर्तते। तत्रैको दर्पणः समतलो भुवोऽक्षभ्रमणप्रतिकूलदिशाया घटिकायन्त्रेण चाल्यते। विषुवदीयारोहणाख्यदर्पणादस्मात् परावृत्य किरणा द्वितीये दर्पणे पतन्ति। तत्र परावृत्य दूरदर्शकयन्त्रमतीत्याट्टालिकाधस्तलगर्तचक्षुस्ताले पतन्ति,

बिम्बञ्च कल्पयन्ति। तत्र छायाचित्राणि, वर्णच्छत्रादीनि च गृह्यन्ते। सर्वोच्छ्रयशालि अट्टालिकादूरदर्शक 'माउण्टविल्सन' वेधशालायां वर्तते। तस्योच्छ्रय. १५० फिटमित।

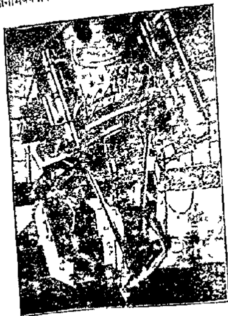
६.७४ रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

ज्योतिर्भौतिकविज्ञाने वर्णच्छत्रविश्लेषणस्य परमं महत्त्वं वर्तते। अनेन वर्णच्छत्रेणैव नक्षत्राणां नीहारिकाणामत्याकाशगङ्गासंस्थानानां रासायनिकरचना नक्षत्राणाञ्च वर्णतापक्रमं भौतिकस्थित्यादीनि लभ्यन्ते।



रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्

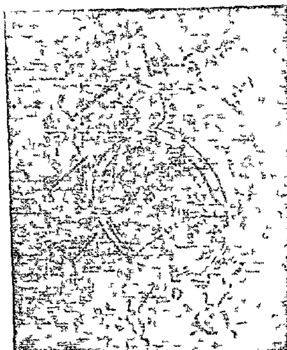
रश्मिविश्लेषकयन्त्रेण प्रकाशरश्मीनामेव वर्णविश्लेषणं क्रियते। रश्मिविश्लेषणप्रक्रियायाः सर्वैरनुभूतमुदाहरणमिन्द्रधनुरस्ति। सूर्यरश्मयो गोलाकारजलबिन्दुभ्यो वर्तिता वर्णविश्लेषणं प्राप्य इन्द्रधनूरूपेण दृश्यन्ते। त्रिपार्श्वस्थापने प्रयोगे प्रकाशरश्मयो विश्लेषणं भजन्त इति सर्वप्रथमं 'न्यूटन' महोदयेन विदितम्। तेन दृष्टं यत् त्रिपार्श्वमुल्लङ्घ्य सूर्यप्रकाशकिरणा विभिन्नवर्णाः—यथा नीललोहित नील-आसमानीयनील हरित् पीत रक्तपीत रक्तवर्णका भवन्ति। वर्णानां समुदायोऽयं वर्णच्छत्रं कथ्यते।



सरश्मिविश्लेषणदूरदर्शकम्

रश्मिविश्लेषकयन्त्रस्य त्रयोऽशा सन्ति। (१) संधानकम् ('कालीमीटरम्'), (२) त्रिपार्श्वम्, (३) दूरदर्शकयन्त्रम्। 'कालीमीटरम्' एका नलिकास्ति यस्या एककोट्यां निर्वर्गनाल वर्तते, द्वितीयकोट्यामेकं सङ्कीर्णच्छिद्रम्। एप

प्रकाशस्य रश्मयश्छिद्रादागत्य निर्गताल प्रविश्य समानान्तरा सन्तो निस्सरन्ति । त्रिपार्श्व मेरुशिरोनूर्ध्वाधराभे भ्रमणशाले चारोहणे वर्तते । त्रिपार्श्वविदिग्धवर्णतरङ्गा दूरदर्शके प्रविशन्ति । दूरदर्शके सधानकन्देका नलिकास्ति । एकस्या कोष्ठ्यामपि दृश्यताल वर्तते, द्वितीयकोष्ठ्या चक्षु



सकैमरा दूरदर्शकयन्त्रम्

स्तालाविक्ष वर्तते यया चक्षुस्ताल सन्निपातसूत्रञ्च वर्तते । चतुस्तालनलिका दण्डचक्रियन्त्रे नाग्रे पश्चाद्वा मृदु सर्पति ।

[वर्णच्छत्रीयरेखाणा विवरण सूक्ष्मपाठेऽपि § ५ ३२१ द्रष्टव्यम्]

६७८ फोटो कैमरायन्त्रम्

अधुना विशालदूरदर्शनेन नेत्राभ्यासेन नक्षत्राणा महताम् चारग्रहणानि न क्रियन्ते ज्योतिर्विद्भिः । दूरदर्शकयन्त्राणि केवल साधनानि यन्त्राद्धीतकिरणा कैमरायन्त्रेण छायाचित्र

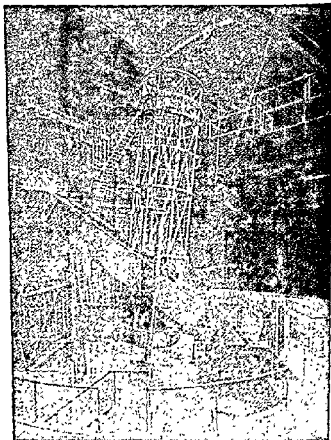
निर्माणार्थं गृह्यन्ते, अथवा रश्मिविश्लेषकयन्त्रेण वर्णच्छत्रनिर्माणार्थं गृह्यन्ते, अथवा 'थर्मोकुपल' यन्त्रेण तापक्रमनिर्णयार्थं गृह्यन्ते ।

५ मिनटैः, १० मिनटैः, ६० मिनटैः

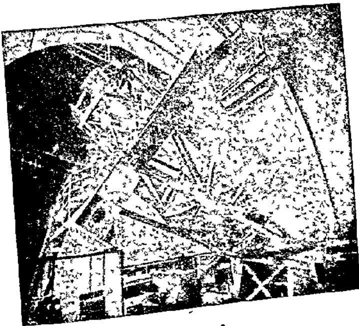
विभिन्नोद्घाटनकालैर्विभिन्नदर्शनानि लभ्यन्ते । [हिन्द-वेधशाला]

१. अधुना फोटोविद्युत्कोषपत्रैः (फोटो इलेक्ट्रिक सेल)।

नेत्रतारकयोर्मांस्वरत्वप्रभावः क्षणिकः, परन्तु फोटोफलके दीर्घकालीनोद्घाटनेन दीर्घकालपर्यन्तं प्रकाशः पतति, अतिधूमिलानि नक्षत्राण्यपि प्रकाशतां यान्ति। (द्रष्टव्यान्यधिचित्राणि)।



मन इर्क्षीयदूरदर्शकम्



द्विशत इञ्चीयदूरदर्शकम्

विशेषद्रष्टव्यानि

अग्रे वर्ण्यमानप्राचीनयन्त्राणां विवरणेन स्पष्टीभविष्यति यद् वयं भारतीया वेधकार्येष्वपि तात्कालिकपाश्चात्यज्योतिर्विदपेक्षया नितरामग्रेसरा आस्म। परमस्माकं वेधशालाः पाश्चात्यवेधशालाभ्यो भिन्ना आसन्। अस्माकं यन्त्राणि सुग्राह्याण्यासन्। तेषां स्थापनमपि नातिदुष्करमासीद्। अत एव ज्योतिर्विद्भिः स्वस्वगृहेषु सामान्या वेधशालाः प्रतिष्ठापिता आसन्। गृहेभ्यो बहिरपि तानि यन्त्राणि सुग्राह्यत्वात् सन्नीविष्य वेधकार्येषु प्रायुज्यन्त।

श्रीजयसिंहमहाराजेन 'दिल्ली' 'जयपुर' 'मथुरा' 'काशी' 'उज्जयिनी' इत्यादिषु नगरेषु वेधशालाः स्थापिता इति सर्वेषां विदितम्। तत्र प्रायेण निम्नानि यन्त्राणि दृश्यन्ते—

१. सम्राड्यन्त्रम्, २. षष्ठांशयन्त्रम्, ३. राशिवलययन्त्रम्, ४. जयप्रकाशयन्त्रम्, ५. कपालयन्त्रम्, ६. रामयन्त्रम्, ७. दिगंशयन्त्रम्, ८. नाडीवलययन्त्रम्, ९. दक्षिणोत्तरभित्तियन्त्रम्, १०. उन्नतांशयन्त्रम्, ११. चक्रयन्त्रम्, १२. क्रान्तिवृत्तयन्त्रम्।

भास्कराचार्येण सिद्धान्तशिरोमणौ, श्रीपतिना सिद्धान्तशेखरे च यन्त्राणां विस्तरेण वर्णनं कृतम्। प्रमुखयन्त्राण्यत्र वर्ण्यन्ते—

(१) गोलयन्त्रम् । अनेन सूर्यस्योन्नतांशानामुन्नतघटिकायाश्च ज्ञानं भवति ।

अपवृत्तगरविचिह्नं क्षितिजे धृत्वा कुजेन संसक्ते ।
नाडीवृत्ते बिन्दुं कृत्वा धृत्वाऽथ जलसमं क्षितिजम् ॥
रविचिह्नस्य च्छाया पतति कुमध्ये यथा तथा विधृते ।
उडुगोले कुजबिन्द्वोर्मध्ये नाड्यो धुयाताः स्युः ॥ (सि० शिरोमणिः

(२) नाडीवलयम् । भास्कराचार्येणोक्तम्—

अपवृत्ते कुजलग्ने लग्नं चाधो लगोलनलिकान्तः ।
भूस्थं ध्रुवयष्टिस्थं चक्रं पश्या निजोदयैश्चाक्षयम् ॥
व्यस्तैर्यष्टीभायामुदयेऽर्कं न्यस्य नाडिका ज्ञेयाः ।
दृष्टच्छायासूर्यान्तरेऽथ लग्नं प्रभायां च ॥
केनचिदाधारेण ध्रुवाभिमुखकीलकेऽत्र धृते ।
अथवा कीलच्छायातलमध्ये स्युर्नता नाड्यः ॥ (सि० शि०)

(३) यष्टियन्त्रम् । अनेन दिग्देशकालानामवगमः क्रियते । यथा श्रीपतिना वर्णितम्—

संसाधितासं कृतचक्रभागं विधाय वृत्तं समभूप्रदेशे ।
त्रिज्याङ्गुलाङ्कां सुसमां च यष्टिं नष्टद्युति तज्जठरे निदध्यात् ॥
तदग्रलग्नः खलु शङ्कुकतलमूलकेन्द्रान्तरमत्र दृग्ज्या ।
पूर्वापराद्विवरं भुजः स्याच्छङ्क्रममस्तोदयसूत्रमध्यात् ॥
शङ्कुप्रमर्कैर्गुणितं विभक्तं तल्लम्बकेन स्फुटमक्षभा स्यात् ।
अभाप्रभागाप्ततभागगौर्वी कार्येह खल्वङ्गुलसूत्रजाता ॥

कालावगमनार्थम्—

शङ्कुयष्टिधनुश्चक्रैश्छायायन्त्रैरनेकधा । ......
तोययन्त्रकपालाद्यैर्मयूरनरवानरैः ॥
ससूत्ररेणुगर्भैश्च सम्यक्कालं प्रसाधयेत् ॥ (सूर्यसिद्धान्ते)

अन्यान्यपि यन्त्राण्यासन् । तेषां विवरणानि तत्रैव द्रष्टव्यानि ।

दशमोऽध्यायः

[निरभ्रनभसि प्रोल्लसन्नक्षत्रनिचयाः केषु केषु परिचितप्राण्यादिरूपेषु नेत्राभ्यामेव पूर्वैर्दृष्टा इत्यत्र वर्ण्यते ।]

नक्षत्रमण्डलानि

पाश्चात्यज्योतिषग्रन्थेषु सर्वप्रथमं टालेमीमहोदयस्य ग्रन्थे ४८ संख्याकनक्षत्रमण्डला·



[illegible]

नामुल्लेखो दृश्यते । तत्पूर्वं होमरादिरचितमहाकाव्येषु मृग बहुल सप्तर्षादिनक्षत्रमण्डलानामुल्लेखो वर्तते । आकाशस्य प्रायेण विभिन्नभागे नक्षत्राणां विभिन्नरूपाणि दृश्यन्ते । तानि नक्षत्रमण्डलानि कथ्यन्ते । एतेषां नामानि प्रायेण परिचितानां पशूनां पक्षिणां जन्तूनां ग्रीक रोमकीयपुराण वर्णितनरनारीणां नामभिः सम्बद्धानि । आधुनिकज्योतिर्विदामनुमानमिदं यदिदमाकाशस्य नक्षत्रमण्डलेषु विभाजनं तद्ग्रीकविदुषां कृतिर्नास्ति । ते ग्रीकवासिन इदं ज्ञानं कदाचित् स्वपूर्ववर्तिभ्यः 'बेबिलोनिया' निवासिभ्योऽर्जितवन्तः । ते च कदाचित् स्वपूर्ववर्तिजनेभ्यः ।[1]

अधुनापि नक्षत्रमण्डलानां महत्ता ज्योतिर्विद्यायां दृश्यते । नक्षत्रमण्डलानां कल्पना नक्षत्राणां नीहारिकाणामन्याकाशगङ्गाख्यस्थानानाञ्च स्थितिनिर्देशनायोपयुक्ता । यथा 'पोस्ट कार्डा'दिषु पत्रसङ्ख्याया नगरस्य नाम्नः पश्चात् प्रान्तस्य नाम्नो लेखनेन प्रेषणी (= डाकविभाग) विभागस्तत् सौविध्येन गन्तव्यस्थानं प्रेषयति, तथैव नक्षत्रं कस्मिन् मण्डले वर्तते इति ज्ञानेन तस्यावलोकनं सरलं भवति ।

नक्षत्रमण्डलानां पुरा सीमा पूर्णतया निर्धारिता नासीत्, परमधुना खिस्ताब्दे १९२८ तमे 'अन्ताराष्ट्रिय ज्यौतिषसङ्घेन' प्रत्येकं सीमा सूक्ष्मतया निर्धारिता । एवं निश्चितानां नक्षत्रमण्डलानां सङ्ख्या ८८ अस्ति । नक्षत्रमण्डलानां नामान्यग्रिमानुच्छेदे दास्यन्ते ।

१०.११ नक्षत्राणां नामानि

प्रायेण पञ्चाशत्सङ्ख्याकनक्षत्राणां नामानि पुरातनानि सन्ति । कतिपयानां नामानि 'ग्रीक' भाषायां, 'रोमन'भाषायां वा सन्ति, अन्येषाञ्च 'अरबी'भाषायां । अधुना नक्षत्राणां नामानि वैज्ञानिकग्रन्थेषु प्रायेण न प्रयुज्यन्ते । अधुना नामकरणं वैज्ञानिकपद्धत्या क्रियते । अर्थात् प्रथमं नक्षत्रमण्डलस्य नाम लिख्यते, ततश्च 'ग्रीक'वर्णमालायाः वर्णाः प्रयुज्यन्ते । नक्षत्रमण्डलस्य भासुरतमस्य नक्षत्रस्य पश्चात् α (ग्रीकवर्णमालायाः प्रथमवर्णः) स्थाप्यते, ततस्तदनन्तरं भासुरस्य नक्षत्रस्य पश्चात् β (द्वितीयो वर्णः) स्थाप्यते, तत उत्तरोत्तरभ्रमिलत्वक्रमेण λ, θ, ϵ आदयो वर्णाः प्रयुज्यन्ते । अस्मिन् नामकरणे नक्षत्रमण्डलस्य षष्ठ्याः रूपं प्रयुज्यते । यथा α Geminorum नक्षत्रम् Gemini (मिथुन) नक्षत्रमण्डलस्य भासुरतमं नक्षत्रमस्ति ।

द्वितीया पद्धतिः 'फ्लामस्टीड'महोदयस्याभिमता, प्रथमपद्धत्या किञ्चिद् भिन्नास्ति । नक्षत्रमण्डलस्य पश्चिमतमनक्षत्रस्य पश्चात् '१' लिख्यते, एवमुत्तरोत्तरं पश्चिमदिशायाः पूर्वदिशां चलित्वा '२' '३' आदि सङ्ख्या लिख्यन्ते । एवं हस ६१ नक्षत्रं हसमण्डले पश्चिमतमभागात् ६१ तमं नक्षत्रम् ।

परन्तु दूरदर्शकीयनक्षत्राणां गणना लक्षाधिकसङ्ख्याका, अत एवैका तृतीया पद्धतिः स्वलम्ब्यते । नक्षत्राणां नामकरणं नक्षत्रसूच्या, नक्षत्रसूच्यां तस्य क्रमसङ्ख्यया च क्रियते । एवं HD ३२४१६ नक्षत्रं 'हेनरी ड्रेपर'महोदयस्य नक्षत्रसूच्यां ३२४१६ तमायां सङ्ख्यायां वर्तते ।

(नक्षत्रमण्डलानां सारिण्यपरपृष्ठे द्रष्टव्या)

---

१. कदाचिद् भारतीयार्येभ्य (?) ।

१०.२ नक्षत्रमण्डलानां सारिणी

लैटिन नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आंग्ल नामानि	संस्कृत नामानि
Andromeda	Andromedae	Andromeda	देवयानी
Antlia	Antlia	Air Paop	रिक्तीकरः
Apus	Apodis	Bird of Paradise	खगः
Aquarius	Aquarii	Watercarrier	कुम्भः
Aquila	Aquilae	Eagle	गरुडः
Ara	Arae	Altar	वेदी
Aries	Arietis	Ram	मेषः
Auriga	Aurigae	Chariooteer	रथी
Bootes	Bootis	Herdsman	भूतपः
Caelum	Caeli	Graving Tool	टङ्कम्
Camelopardalis	Camelopardalis	Giraffe	करभः
Cancer	Cancri	Crab	कर्कः
CanesVenatici	CanumVenaticorum	Hunting Dogs	मृगयाश्वानः
Canis Major	CanisMajoris	Larger Dogs	प्रश्वा
Canis Minor	Canis Minoris	Smaller Dog	श्वा
Capricornus	Capricorni	Sea-Goat	मकरः
Carina	Carinae	Keel	नौतलम्
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cassiopeia	शर्मिष्ठा
Centaurus	Centauri	Centaur	किन्नरः
Cepheus	Cephei	Cepheus	वृषपर्वा
Cetus	Ceti	Whale	तिमिः
Chamaeleon	Chamaeleontis	Chameleon	कृकलासः
Circinus	Circini	Compasses	मर्कटकः
Columba	Columbae	Dove	कपोतः
Coma Berenices	ComaeBerenices	Bernicis Hair	केशः
Corona Australis	Coronae Australis	Southern Crown	दक्षिणकिरीटः
Corona Borealis	Coronae Borealis	Northern Crown	उत्तरकिरीटः
Corvus	Corvi	Crow	काकः
Crater	Crateris	Cup	चषकः
Crux	Crucis	Cross	स्वस्तिकः
Cygnus	Cygni	Swan	हंसः

लैटिन नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आङ्ग्ल-नामानि	संस्कृत-नामानि
Delphinus	Delphini	Lolphen	धनिष्ठा
Dorado	Doradus	Dorado	असिमीन
Draco	Draconis	Dragon	कालिय
Equuleus	Equulei	Little Horse	अश्वक
Eridonus	Eridani	River	वैतरणी
Fornax	Fornacis	Furnace	अश्मन्तम्
Gemini	Geminorum	Twins	मिथुनम्
Grus	Gruis	Crane	बक
Hercules	Herculis	Hercules	शौरी
Horologium	Horologii	Clock	होरामापकम्
Hydra	Hydrae	Sea Serpent	वासुकि
Hydrus	Hydri	Water Snake	जलिका
Indus	Indi	Indian	सिन्धु
Lacerta	Lacertae	Lizard	सरट
Leo	Leonis	Lion	सिंह
Leo Minor	Leonis minoris	Smaller Lion	सिंहक
Lepus	Leporis	Hare	शशक
Libra	Librae	Scales	तुला
Lupus	Lupi	Wolf	वृक
Lynx	Lyncis	Lynx	विडाल
Lyra	Lyrae	Lyre	वीणा
Mense	Mensae	Table Mountain	शैल
Microscopium	Microscopii	Microscope	सूक्ष्मदर्शकम्
Monoceros	Monocerotis	Unicorn	एकशृङ्ग
Musca	Muscae	Fly	मक्षिका
Norma	Normae	Level	अङ्किनी
Octans	Octantis	Octant	अष्टांश
Ophiuchus	Ophiuchi	Serpent Holder	सर्पधर
Orion	Orionis	Orion	मृग
Pavo	Pavonis	Peacock	मयूर
Pegasus	Pegasi	Pegasus	उच्चैःश्रवा
Perseus	Persei	Perseus	ययाति
Phoenix	Phoenicis	Phoenix	गृध्र

लैटिन-नामानि	षष्ठ्या रूपाणि	आंग्ल नामानि	संस्कृत-नामानि
Pictor	Pictoris	Easel	शिलीन्ध्रः
Pisces	Piscium	Fishes	मीनः
Pisiis Austrinus	Piscis Austrini	Southern Fish	दक्षिणमीनः
Puppis	Puppis	Stern	नौपृष्ठम्
Pyxis	Pyxidis	Marineris Compass	दिक्सूचकम्
Reticulum	Reticuli	Net	जालम्
Sagitta	Sagittae	Arrow	शरः
Sagittarius	Sagittarii	Archer	धनुः
Scorpius	Scorpii	Scorpion	वृश्चिकः
Sculptor	Sculptoris	Sculptois Apparatus	मूर्तिकारफलकम्
Scutum	Scuti	Shield	(ढालम्) चर्मम्
Serpens	Serpentis	Serpent	सर्पः
Sextans	Sextantis	Sextant	षडंशः
Taurus	Tauri	Bull	वृषः
Telescopium	Telescopii	Telescope	दूरदर्शकम्
Triangulum	Trianguli	Triangli	त्रिभुजम्
Triangulum Australe	Trianguli Australis	Southern Triangle	दक्षिणत्रिभुजम्
Tucana	Tucanae	Toucan	चक्रवाकः
Ursa Major	Ursa Majoris	Larger Bear	सप्तर्षिः
Ursa Minor	Ursa Minoris	Smaller Bear	ऋक्षकः
Vela	Velorum	Sails	नौवस्त्रम्
Virgo	Virginis	Virgin	कन्या
Volans	Volantis	Flying Fish	उड्डयिमीनः
Vulpecula	Vulpeculae	Fox	लोमाशः

१०.२१ याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालः

पूर्वं वर्णितमेव यद् नक्षत्रस्य याम्योत्तरोल्लङ्घनकालो नक्षत्रस्य विषुवांशतुल्यः, अत एव विदितविषुवांशकस्य नक्षत्रस्य खगोले स्थितिर्नाक्षत्रकालेन ज्ञातुं सरला। निम्नसारिण्यां प्रतिपक्ष-मिश्रवेलायां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकारिनक्षत्रस्य नाक्षत्रकालो दत्तः।

सारिणी १०.३१

मासा दिनाङ्काश्च	रात्रिकालिकहोराः												
	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
नाक्षत्रकालः होरामानेन	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो	हो
६ जनवरी	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३
२१ जनवरी	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४
५ फरवरी	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५
२१ फरवरी	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६
५ मार्च	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७
२१ मार्च	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८
७ अप्रेल	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९
२२ अप्रेल	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०
७ मई	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१
२१ मई	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२
७ जून	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३
२२ जून	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४
७ जुलाई	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१
२१ जुलाई	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२
७ अगस्त	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३
२२ अगस्त	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४
६ सितम्बर	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५
२२ सितम्बर	१८	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६
७ अक्टूबर	१९	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७
२२ अक्टूबर	२०	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८
६ नवम्बर	२१	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९
२२ नवम्बर	२२	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०
७ दिसम्बर	२३	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११
२२ दिसम्बर	२४	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२

विशेषवक्तव्यानि—

(१) 'सौर'कोष्ठे [illegible] 'मिनटानां' मन्तरं सम्भवम् ।

(२) गणनायां 'स्थानीयकाल' प्रयुक्तः, अत एव [illegible] कर्तव्यः ।

(३) सर्वत्र 'नाक्षत्रकाल' एव प्रयुक्त, अत एव [illegible] कर्तव्यः ।

उदाहरणानि—

(अ) नक्षत्रविशेषस्य विषुवांशा ५ होरामिताः सन्ति। ६ नवम्बरे तत् कदा याम्योत्तर मुल्लङ्घयिष्यति ?

६ नवम्बरे ५ होराङ्कः रात्रिकालिकद्वितीयहोराया अधः, अत एव नक्षत्रविशेषः रात्रौ द्विवादनवेलायामुल्लङ्घयिष्यति।

(आ) इष्टनक्षत्रस्य विषुवांशा १७ होरामिताः। नक्षत्र कस्मिन् दिनाङ्केऽर्धरात्रौ याम्यो त्तरवृत्तमुल्लङ्घयिष्यति ?

रात्रिकालिक २४ होराया अधः १७ अङ्कः ७ जूने अग्रे दृश्यते। अत एव नक्षत्र जूने, अर्धरात्रौ याम्योत्तरवृत्तमुल्लङ्घयिष्यति।

१०.३२ नक्षत्राणां दिनमानम्

अहोरात्रे नक्षत्र यावत्कालं क्षितिजादुपरि तिष्ठति तावन्मात्रकः कालो नक्षत्रस्य दिनमान मुच्यते। दिनमान दर्शकस्य स्थानाक्षांश नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशा चापेक्षते। नक्षत्रदर्शनगणनाया दिनार्धमानान्यधिकं प्रयुज्यन्ते, अत एव सारतत्त्वोपयुक्ता सारिण्यधो दीयते—

सारिणी १०,३२

नक्षत्राणां दिनार्धस्य मानम्

इष्टस्थानस्य	δ = नक्षत्राणां क्रान्त्यंशा						
अक्षांशा	+०	+१०	+२०	+३०	+४०	+५०	+६०
φ =	हो मि	हो मि	हो मि	हो मि	हो मि	हो मि	हो मि
०	६ ०	६ ०	६ ०	६ ०	६ ०	६ ०	६ ०
+५	६ ०	६ ४	६ ८	६ १२	६ १४	६ २४	६ ३२
+१०	६ ०	६ ७	६ १५	६ २२	६ ३०	६ ५०	७ १०
+१५	६ ०	६ ११	६ २३	६ ३६	६ ५२	७ १५	७ ४९
+२०	६ ०	६ १५	६ ३१	६ ४८	७ ८	७ ४३	८ ३६
+२५	६ ०	६ १९	६ ३९	७ ४	७ ३२	८ १९	९ ३४
+३०	६ ०	६ २४	६ ५४	७ २०	७ ५६	८ ५२	१२ ००
+३५	६ ०	६ २८	६ ५८	७ ३६	८ २४	९ ४४	——

सूत्र कोज्या (होराकोण.) = स्प φ स्प δ

अस्याः सारिण्या प्रथमं प्रथमस्तम्भे इष्टस्थानस्याक्षांशाः पठितव्याः, ततस्तेषां सम्मुखवर्ति-पङ्क्त्यामिष्टनक्षत्रस्य क्रान्त्यंशानामधो दत्तः कालः पठितव्यः।

उदाहरणम्—नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशा +५०। देहरादूने (+३० अक्षांशाः) तस्य कियत्प्रमाणको दिनार्धं ।

	हो	मि
उत्तरम्—	८	५२

१०.३३ याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्रस्य नतांशाः

याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्राणां नतांशा[1] निम्नसारिण्या ज्ञायन्ते ।

सारिणी १०.३३

याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्राणां नतांशाः

स्थानविशेषस्य	नक्षत्रस्य क्रान्त्यंशाः									
क्रान्त्यंशाः अक्षांशाः—	δ=०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०	९०
ϕ =	नतांशाः									
०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०	९०
५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५	७५	८५
१०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०
१५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५	७५
२०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०	७०
२५	−२५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५	६५
३०	−३०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०	६०
३५	−३५	−२५	−१५	−५	५	१५	२५	३५	४५	५५
४०	−४०	−३०	−२०	−१०	०	१०	२०	३०	४०	५०

सूत्रं नतांशाः $= -\phi + \delta$

उदाहरणम्—देहरादूनस्याक्षांशाः +३० सन्ति । हंसनक्षत्रमण्डलस्य (क्रान्त्यंशाः +४०°) याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले किंप्रमाणका नतांशाः ।

प्रथमं प्रथमस्तम्भे देहरादूनस्याक्षांशाः +३० पठितव्याः । ततस्तेषां सम्मुखवर्तिपङ्क्त्यां हंसनक्षत्रमण्डलस्य क्रान्त्यंशानाम् (+४०) अधो दत्तः '१०' अङ्कः पठितव्यः । अत एव याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले तस्य नतांशा १० मिता भविष्यन्ति । नतांशा धनात्मकाः सन्ति । अत एव याम्योत्तरवृत्तमनूत्तरदिशाया १० अंशान्तरे हंसमण्डलं द्रष्टव्यम् ।

१०.३४ नक्षत्राणां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालः, उदयकालः, अस्तकालश्च

६–१०–३१–१०·३२ तमेषु दत्ताभिः सारिणीभिर्नक्षत्राणां याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालादयः सौकर्येण लभ्यन्ते । प्रथममिष्टनक्षत्रस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च नक्षत्रसूच्यां (मानचित्रे वा) पठ्यन्ते । ततः सारिण्या १०.३१–तमया मध्यरात्र्या नाक्षत्रकालः पठ्यते । सारिण्या १०.३२–तमया च नक्षत्रस्य दिनार्धमानं पठ्यते । नक्षत्रविषुवांशैर्मध्यरात्रिनाक्षत्रकालो वियुज्यते, नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालो लभ्यते । तत उदयकालः (याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः—नक्षत्रदिनार्धमानम्) अथवास्तकालः (याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः +

---

1. नतांशाः = ९०-उन्नतांशाः । याम्योत्तरवृत्तमनु उत्तरदिशायां ×, दक्षिणदिशायां नतांशा गण्यन्ते ।

नक्षत्रदिनार्धमानम्) लभ्यते। सारिण्या १०'२३-तमया च याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले नक्षत्रस्य नताशा लभ्यन्ते। एवं कालविशेषे खगोले नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालं ज्ञात्वा नक्षत्रं सौविध्यं दृश्यते।

उदाहरणम्—देहरादूनस्याक्षांशाः+३० । स्वातीनक्षत्रस्य विषुवांशाः (आसन्नमानेन) ०६ $^{\text{हो}}$, क्रान्त्यंशाश्च (आसन्नमानेन)+७°३० । ७=दिसम्बरे स्वातीनक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालादीन् लभस्व।

७-दिसम्बरे मध्यरात्र्या नाक्षत्रकालः ५ $^{\text{हो}}$ मितः (सारिण्या $^{१०\cdot२१}$ तमया) नक्षत्रस्य दिनार्धमानं (सारिण्या $^{१०'२१-}$ तमया त्रैराशिकेन) ६ $^{\text{हो}}$ १८ $^{\text{मि}}$–होरादिकम्। नक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनस्य स्थानीयकालः

$$६^{\text{हो}} - ५^{\text{हो}} = १^{\text{हो}}$$

अत एव उदयकालः $= १^{\text{हो}} - ६^{\text{हो}}\,१८^{\text{मि}} = १८^{\text{हो}}\,४२^{\text{मि}}$ (सायकालिकः अस्त $६^{\text{हो}}\,४२^{\text{मि}}$)

कालः $= १^{\text{हो}} + ६^{\text{हो}}\,१८^{\text{मि}} = ७^{\text{हो}}\,१८^{\text{मि}}$ (प्रातःकालिकः) याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाल. $= १^{\text{हो}}$ [सर्वमेतद् स्थानीयकालेन दत्तम्] सारिण्या १०.२३ तमया याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकाले स्वातीनक्षत्रस्य नतांशाः—२२'३०–मिताः, अर्थात् खस्वस्तिकाद् दक्षिणदिशाया याम्योत्तरवृत्तमनु २२.३० दूरे तद् वर्तते।

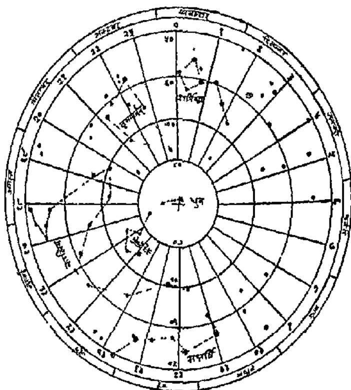
१०.४ नक्षत्राणां मानचित्राणि

पूर्वानुच्छेदेगणनया विशिष्टनक्षत्रस्य याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनकालादयो ज्ञायन्ते, परं नक्षत्रमण्डलानां नक्षत्राणां च स्थानादीनि स्थूलतया मानचित्रैः सुस्पष्टं लभ्यन्ते। अत एवाग्रे षड् मानचित्राणि दीयन्ते।

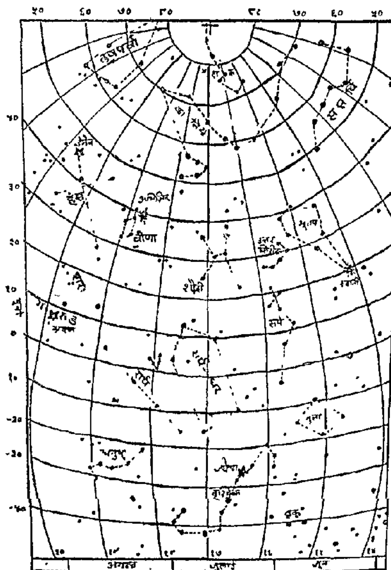
प्रथममानचित्रे ध्रुवस्थानसमीपभाजां नक्षत्राणां स्थानानि चित्रितानि सन्ति। वृत्तस्य परिधौ मासानां नामानि दीयन्ते। (दिनाङ्काः परिधौ त्रैराशिकेनावगन्तव्याः)। यदि मानचित्रमेव स्थाप्यते यद् वेधदिनाङ्क उपरि भवति, तर्हि मानचित्रे केन्द्रप्रोतोर्ध्वाधररेखा नवमहोराकालिकयाम्योत्तररेखा दर्शयति। दशमहोराकालिकयाम्योत्तररेखोपलब्धये मानचित्रं घटिकासूचिकाप्रतिकूलदिशायां होरैकस्थानाद् भ्रामय; एकादशहोराकालिकयाम्योत्तररेखोपलब्धये मानचित्रं घटिका-

सूचिकाप्रतिकूलदिशाया होराद्वयस्थानेन भ्रामय। अष्टमहोराकालिकयाम्योत्तररेखोपलब्धये मानचित्र घटिकासूचिकानुकूलदिशाया होरैकस्यस्थानाद् भ्रामय।

द्वितीय तृतीय चतुर्थ पञ्चम-मानचित्रेषु नानर्तुषु दृश्याना नक्षत्राणा स्थानानि दत्तानि। ऋत्वनुकूलमानचित्र गृहीत्वा मासानुसारं (दिनाङ्कानुसार त्रैराशिकेन) होरावृत्तं पश्य। दिनाङ्कप्रोतहोरावृत्त वर्द्धैनिकी नवमहोराकालिकयाम्योत्तररेखा प्रकटयति। विभिन्नहोराकालिकवेधनाय पूर्ववद् मानचित्र भ्रामय।



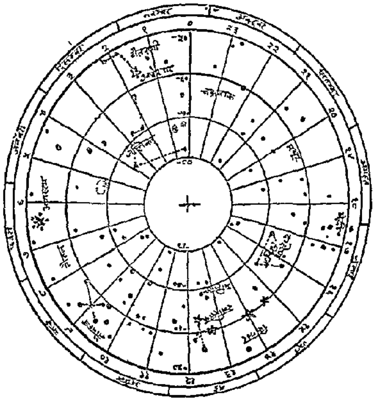
८।
उत्तरार्धे सदोदितनक्षत्राणि



ग्रीष्मकालीनतारामण्डलम्

१ (तत्कालीन नक्षत्रमण्डल)

वसन्तकालीननक्षत्रमण्डलम्



दक्षिणगोले सर्वदोदितनक्षत्राणि

१०.५ राशिचक्रम्

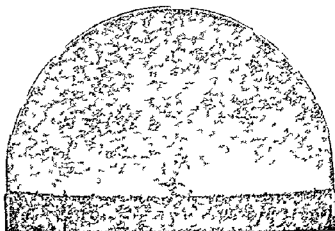
पूर्वानुच्छेदेषु नक्षत्रमण्डलानि वर्णितानि। अधुना महाकाशस्यान्यद् विभाजनं वर्ण्यते। सूर्यचन्द्रादयः खगोलस्य संभ्रमणेषु सर्वाणि स्थानानि नातिक्रामन्ति। सूर्यः केवलं क्रान्तिवृत्ते भ्रमति। अन्ये च ग्रहाः केवलं क्रान्तिवृत्तस्योभयतो नातिदूरान्तरे भ्रमन्ति। अत एव ग्रहाणां स्थितिं ज्ञातुं मानवकृता ८८–नक्षत्रमण्डलानां ज्ञानम्। केवलं १६–अंशव्यापिनेऽन्तरं पर्याप्ता। अत एव पुराकाले द्वादशराशीनां प्रयोगो दृश्यते।

१६—अंशाव्यापिमेखला राशिचक्र कथ्यते। तस्या मध्ये क्रान्तिवृत्त वर्तते। अस्या मेखलाया द्वादश विभागा ज्योतिर्विद्भि कृता। तेषा नामानि मेषादय सन्ति। अधो दीयन्ते राशीना नामानि[1]—

	लैटिन नाम	आङ्ग्ल नाम	संस्कृत-नाम
१	Aries	Ram	मेष
२	Taurus	Bull	वृष
३	Gemini	Twins	मिथुनम्
४.	Cancer	Crab	कर्क
५.	Leo	Lion	सिंह
६.	Virgo	Virgin	कन्या
७	Libra	Scale	तुला
८	Scorpio	Scorpion	वृश्चिक
९	Sagittarius	Archer	धनु
१०	Cap ic rnus	Goat	मकर
११	Aquarius	Water Bears	कुम्भ
१२	Pisces	Fish	मीन

१०६ कृत्रिमतारामण्डलगृहम्

नक्षत्राणां स्थानबोधो मानचित्रेण सामान्यतया क्रियते। बालाश्चमानिमित्वगात्रेणापि



कृत्रिमतारामण्डलगृहम्

१ राशीनामभिज्ञा सर्वे भारतीयपण्डिता, अत एवात्रिमंखेवेयु तेषा विवरणं कृतम्।

ज्ञानं सुलभं भवति । परन्तु कृत्रिमतारामण्डलगृहे कृत्रिमनक्षत्राणि कृत्रिमग्रहादयश्च कृत्रिमाकाशे चलन्ति, अत एव तत्र तेषां दर्शनेन ज्ञानं सरलतया भवति ।

कृत्रिमतारामण्डलगृहं गोलार्धाकारं गृहमेव । भूतले दर्शकास्तिष्ठन्ति, तेषामुपरि गोलार्धाकार आकाशो वर्तते । एको यन्त्रविशेषो मध्ये स्थाप्यते । यन्त्रविशेषे विविधस्थानेषु छिद्राणि सन्ति, येभ्यो निर्गताः प्रकाशकिरणा अन्धकारपूर्णनभसि प्रकाशबिन्दून् सृजन्ति । यन्त्रविशेषः स्वस्थाने भ्रमत्यपि । एवमन्धकारपूर्णनभसि चलन्तः प्रकाशबिन्दवो दृश्यन्ते । ते बिन्दवः सूर्यचन्द्रादीन् प्रदर्शयन्ति । २१० पृष्ठे द्रष्टव्यं फोटोचित्रम् ।[1]

विशेषद्रष्टव्यानि

अस्माकं ज्यौतिषशास्त्रे नक्षत्रमण्डलानि नक्षत्रनाम्ना प्रसिद्धानि । पाश्चात्यानामाकाशस्य ४८-संख्याकनक्षत्रमण्डलेषु ८८-सख्याकनक्षत्रमण्डलेषु वा विभाजनमवैज्ञानिकं प्रतीयते तद् ऐच्छिकमस्ति । नक्षत्रमण्डलानां नामानि कल्पनाप्रसूतानि । परं नैवमस्माकं ज्यौतिषशास्त्रे । अस्माकं *नक्षत्राणां नामानि योगतारानामानुसारीणि ।* अत एव प्रतीयते यत् पूर्वं तैर्ज्योतिर्विद्भिर्वेधेन योगताराणां भोगशरादीन् विज्ञाय, तत्समीपवर्तिनक्षत्राणां योगतारानामानुसारं नामानि कृतानि ।

आकाशस्येदं २७-नक्षत्रेषु विभाजनं पूर्णतया भारतीयानां कृतिः । वेदेषु नक्षत्राणां निम्ननामानि दृश्यन्ते—

कृत्तिका, रोहिणी, मृगशीर्षम् (इन्वका), आर्द्रा (बाहू), पुनर्वसुः, तिष्यः, आश्लेषा, मघा, फल्गुनी, (पूर्वा), फल्गुनी (उत्तरा), हस्तः, चित्रा, स्वाती, (निष्ट्या), विशाखा, अनुराधा, (रोहिणी) ज्येष्ठा, मूलः (विचृतौ, मूलबर्हणी), अषाढा (पूर्वा०), अषाढा (उत्तरा०), अभिजित्, श्रोणा, श्रविष्ठा, शतभिषक्, प्रोष्ठपदा, रेवती, अश्वयुज्, अपभरणी ।

इदं २७-नक्षत्रेषु विभाजनं चन्द्रकक्षासमीपवर्तिवृत्ताकाशस्यैव विभाजनम् । सूर्यमार्गस्तु १२-भागेषु (राशिनाम्ना प्रसिद्धेषु) विभाजितस्तैः ।

***

1. अचिरात् पूर्वं देहलीनगरे अन्ताराष्ट्रिय-उद्योग-प्रदर्शिन्यामेकं कृत्रिमतारामण्डल-गृहमासीत् ।

एकादशोऽध्यायः

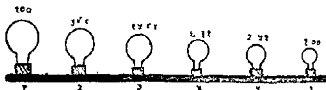
नक्षत्रम्

[कथं नक्षत्राणि भास्वन्ति ? कुत्र च तेषां स्थितिः ? किं तान्यचलानि ? किं तेषां स्वरूपम् ? इत्यादीन्यत्र व्याख्यायन्ते ।]

११.१ नक्षत्राणां भास्वरत्वकोटिः

नक्षत्राणां भास्वरत्वमूल्यवर्गीकरणाय प्राचीनानामर्वाचीनानां च सर्वेषां ज्योतिर्विदां स्वाभाविकः प्रयासः, यतो नक्षत्राणां भास्वरत्वविषये वैभिन्न्यं प्रत्यक्षमेव—कानिचन नक्षत्राणि भासुराणि दृश्यन्ते, कानिचन च धूमिलानि । यूरोपे सर्वप्रथमं प्राचीनकाले 'टालेमी' महोदयेन चाक्षुषनक्षत्राणां (यानि नक्षत्राणि, दूरदर्शकयन्त्रेण विना, नेत्राभ्यामेव दृष्टिगोचरतां यान्ति, तानि चाक्षुषनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते) षट्कोटयो निर्धारिताः । प्रथमकोट्यां पञ्चदशसंख्याकानि सर्वाधिकभासुराणि नक्षत्राणि स्थापितानि, द्वितीयकोट्यां प्रथमकोटिकनक्षत्रेभ्यः किञ्चिद् धूमिलानि पञ्चाशन्नक्षत्राणि स्थापितानि, एवमुत्तरोत्तरधूमिलत्वक्रमेण प्रथमकोटि-षष्ठकोटि-मध्यवर्तिकोटिषु नक्षत्राणि स्थापयता तेन षष्ठकोट्यां तानि सर्वाधिकधूमिलनक्षत्राणि स्थापितानि यानि तीक्ष्णदृष्टिभिर्नरैश्चन्द्ररहितनिशायां विना दूरदर्शकयन्त्रेण दृग्गोचरत्वमुपयान्ति । सप्तमकोटिकानां नक्षत्राणामीक्षणं न शक्यं विना दूरदर्शकयन्त्रेण ।

नक्षत्राणां 'टालेमी'निश्चितकोटिषु स्थापनं बहुकालपर्यन्तमुररीकृतं ज्योतिर्विद्भिः, परन्तु खिस्तीयोनविंशतिशतककालिकज्योतिर्विद्भिरवगतं यदिदं वर्गीकरणमतिस्थूलमेव । अत्र चाक्षुषनक्षत्राणां सूक्ष्मतया स्थापनं दूरदर्शकदृष्टनक्षत्राणां स्थापनं चाऽसम्भवमासीत् । अत एव सूक्ष्मतया



[चित्रे षड् विद्युद्दीपाः, प्रथमस्य दीप्तिः शतमिता, षष्ठस्य दीप्तिरेकमिता, मध्यवर्तिविद्युद्दीपानां ३९.८,१५.८५,६.३१,२.५१ मिता दीप्तिः । एवमेव नक्षत्राणां भास्वरत्वम् ।]

कोटिनिर्णयप्रसङ्गे समागतो ज्योतिर्विदां समक्षं महत्त्वपूर्णोऽयं प्रश्नः—प्रथमकोटिकानां द्वितीयकोटिकानां नक्षत्राणां मध्ये भास्वरत्वविषये कीदृशः सम्बन्धः ? इति । प्रारम्भे प्रश्नस्यास्योत्तरं दातुं तेऽसमर्था आसन्, परन्तु खिस्ताब्दे १८५६-तमे 'पाग्सन'महोदयो मनोवैज्ञानिकसूक्ष्मपरी-

क्षणसाहाय्येन समर्थोऽभवत्। तेन दृष्टं यत् प्रथमकोटिकनक्षत्राणि षष्ठकोटिकनक्षत्रापेक्षया शतगुणभासुराणि। 'हर्शल'महोदयेन पूर्वमेव १८३०-तमे खिस्ताब्दे व्याख्यातमासीद् यद् यदि कोटिसंख्याः समान्तरश्रेण्या वर्धन्ते, तर्हि भास्वरत्वं गुणोत्तरश्रेण्या वर्धते। एवं प्रथमकोटिकानां षष्ठकोटिकेभ्यः शतगुणभास्वरत्वाद्, भास्वरत्वस्य च गुणोत्तरश्रेण्या स्थितत्वात्, प्रथमकोटिकानां द्वितीयकोटिकानां नक्षत्राणां मध्ये भास्वरत्वविषये सम्बन्धो ज्ञायते। प्रथमकोटिकानि षष्ठकोटिकेभ्यः पञ्चाधिककोटिकानि, पञ्चकोट्यन्तरेषु च शतगुणभास्वरत्वम्, अत एव

एकस्मिन् कोट्यन्तरे $\sqrt[5]{१००} = २.५१२$ गुणकं भास्वरत्वम्।

प्रथमकोटिकानि नक्षत्राणि प्रायो विंशतिसंख्याकानि, परन्तु न तेषां समभास्वरत्वम्—कस्यचिद् भास्वरत्वमधिकं कस्यचिच्च किञ्चिन्न्यूनम्। अत एव प्रमाणदण्डोऽस्य निश्चेतव्य इति विचार्य ज्योतिर्विद्भिः सर्वसम्मत्या वृषराशिस्थं रोहिणीनक्षत्रं कुम्भराशिस्थं श्रवणनक्षत्रं वादर्शं प्रथमकोटिकनक्षत्रं गणितम्।

११.११ शून्यकोटिः, ऋणकोटयश्च

यथा द्वितीयकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२–गुणकभास्वरत्वं प्रथमकोटिकनक्षत्रस्य, तथैव प्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२–गुणकभास्वरत्वं शून्यकोटिकनक्षत्रस्य मन्यते। अर्थाद् यदि कस्यचिन्नक्षत्रस्य भास्वरत्वं प्रथमकोटिकादर्शनक्षत्रभास्वरत्वस्य २.५१२–गुणकशून्यकोटि भास्वरत्ववतो नक्षत्रस्य ऋणकोटिर्निर्धारयितव्या। एवं २-कोटिः–३–कोटिरित्यादिकोट्यः कल्प्यन्ते। लुब्धकनक्षत्रमुज्ज्वलतमं नक्षत्रं तस्य कोटिश्च १.६ मिता।

११.१२ षष्ठाधिका कोटिः

तानि नक्षत्राणि यानि दूरदर्शकयन्त्रेण विना तीक्ष्णदृष्टिभिर्नरैश्चन्द्रहीननिशायामीक्ष्यन्ते षष्ठकोटिकानीति पूर्वं व्याख्यातम्, परन्तु सन्त्यनेकानि नक्षत्राणि यानि न दृश्यन्ते नेत्राभ्याम्। ईदृशानि बहुसंख्यायां दूरदर्शकयन्त्रेण नेत्रगोचरतां भजन्ते। एतानि दूरदर्शकीयनक्षत्राणि कथ्यन्ते। परन्तु दूरदर्शकीयनक्षत्राण्यपि भास्वरत्वविषये विभिन्नानि, तेषामप्युत्तरोत्तरधूमिलत्वक्रमेण सप्तमाष्टमादिकोट्यो गण्यन्ते। एतेषां कानिचिन्नातिस्पष्टानि चक्षुस्तालेन नेत्राभ्यामेवावलोक्यन्ते, कानिचन च दूरदर्शनिहित'कैमरा'यन्त्रगृहीतफोटोचित्र एव लभ्यन्ते। यतो नेत्रनाडिकयोर्भास्वरत्वप्रभावः क्षणिकः, परन्तु फोटोप्लेटे दीर्घकालीनोद्घाटनेन दीर्घकालपर्यन्तं नक्षत्रप्रकाशः पतति, अतिधूमिलानि नक्षत्राण्यपि प्रकाशतां यान्ति (विस्तरेण व्याख्यातमिदं ६९.७५ तमे)। सत इञ्चीय दूरदर्शकयन्त्रेण +२१.५–कोटिकनक्षत्राण्यपि भाष्यन्ते, २००-इञ्चीयदूरदर्शकयन्त्रेण +२२.५–कोटिकनक्षत्राण्यपि[1] दृश्यन्ते।

११.१३ सूर्यचन्द्रशुक्राणां कोटिः

सूर्यस्य भास्वरत्वकोटिः २६.७२ मिता, अर्थात् प्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वापेक्षया १,२२,१८,००,००,०००–गुणकमस्य भास्वरत्वम्। चन्द्रस्य कोटिः १२.५ अर्थात् २,५१,२००

---

1. २२·५ कोटिकनक्षत्राणां धूमिलत्वमेवं सरलतया बोध्यते—यदि ३९,८१,४८,०००-संख्याकानि २२·५ कोटिकनक्षत्राणि मिलित्वैकः पिण्डो भवेत्तर्हि स पिण्डः प्रथमकोटिकनक्षत्रतुल्यो भास्वरत्वविषये भवेत्।

प्रथमकोटिकनक्षत्राणां समूहश्चन्द्रतुल्यो भवेत्। शुक्रस्य सर्वाधिकौज्ज्वल्यकाले प्रायः ४.३ मिता कोटिः।

११.१४ सापेक्षिकभास्वरत्वनिश्चयः

यदीष्टनक्षत्रस्य कोटिः को_1, उपमेयनक्षत्रस्य कोटिः को_2, तयोर्भास्वरत्वञ्च क्रमशः भा_1, भा_2, तर्हि तेषां सापेक्षिकभास्वरत्वमनेन सूत्रेण ज्ञायते—

$$\text{सापेक्षिकभास्वरत्वम्}\ \frac{\text{भा}_1}{\text{भा}_2} = २.५१२^{(\text{को}_2 - \text{को}_1)}$$

$$\text{अथवा लघुगणक}\ \frac{\text{भा}_1}{\text{भा}_2} = ०.४\,(\text{को}_2 - \text{को}_1)$$

उदाहरणम्—शुक्रस्य कोटिः −४.३ मिता। तस्य प्रथमकोटिकनक्षत्रापेक्षया भास्वरत्वं गणय।

$$\frac{\text{भा शुक्रस्य}}{\text{भा प्रथमकोटिनक्षत्रस्य}} = २.५१२^{\{१-(-४.३)\}}$$

$$= २.५१२^{१+४.३} = २.५१२^{५.३} = १३२$$

अर्थात् शुक्रस्य भास्वरत्वं = १३२ गुणकप्रथमकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वम्। एवं शुक्रः १३२-प्रथमकोटिकनक्षत्राणां समूहेन तुल्यः।

११.२ कोटिभेदाः, तन्निश्चयविधयश्च

अचिरात्पूर्वं दूरदर्शकयन्त्रेण नेत्राभ्यामेव कोटिनिर्णयोऽक्रियत, परन्त्वधुना वेधशालायां फोटोग्राफयन्त्रैः रश्मिविश्लेषकयन्त्रैरन्यैश्च सूक्ष्मगणनयन्त्रैरनेकेषामदृष्टपूर्वाणां नक्षत्राणां कोटिनिश्चयः सूक्ष्मतया क्रियते। कोटिभेदा नैके, तथापि प्रमुखभेदास्तेषां विभिन्ना निश्चयविधयश्चाधो दीयन्ते।

११.२१ (क) चाक्षुषकोटिः

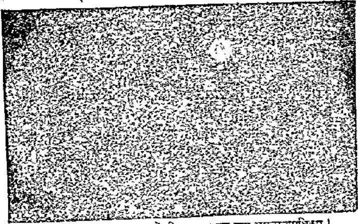
नेत्राभ्यामेव कोटिनिश्चयाकरणमसम्भवमतिदुष्करम्, परन्तु नक्षत्रद्वयस्य सापेक्षिकभास्वरत्वनिर्धारणं सर्वथा सरलमेव। अत एव चाक्षुषकोटिः सापेक्षिकभास्वरत्वनिर्धारणे निश्चीयते। अत्र द्वे पद्धती प्रसिद्धे—

(१) ध्रुवनक्षत्रस्य प्रकाशरश्मयः एकस्माद् दर्पणात् परावृत्य तस्मिन्नेव दूरदर्शकदर्पणे आपतन्ति यस्मिन्निष्टनक्षत्ररश्मयः पतन्ति। एकेन सूक्ष्मयन्त्रेण ध्रुवनक्षत्रस्य प्रकाशकिरणमात्रा तावन्न्यूना क्रियते यावद् ध्रुवनक्षत्रस्य भास्वरत्वमिष्टनक्षत्रभास्वरत्वतुल्यं भवति। सूक्ष्मयन्त्रे ('फोटोमीटर'नामयन्त्रे) सूक्ष्मगणनसाधनानि विद्यन्ते, यैर्ध्रुवनक्षत्रापेक्षयेष्टनक्षत्रस्य भास्वरत्वगुणकं निश्चीयते। भास्वरत्वगुणकोपलब्धौ कोटिनिश्चयः सुकरः।

(२) ध्रुवनक्षत्रस्य सदानिरन्तरदर्शनाभावात् (यथा दक्षिणगोलार्धे) दुर्लभत्वाच्च (यथा मेघावृताकाशे) इष्टनक्षत्रकोटिनिश्चये बाधा आपतन्ति, अत एव तद्बाधापरिहारार्थं ज्योतिर्विद्भिर्ध्रुवनक्षत्रभास्वरत्वतुल्यभास्वरत्ववान् कृत्रिमप्रकाशो रचितः। अनेन कृत्रिमप्रकाशेन तोल्यते इष्टनक्षत्रभास्वरत्वम्।

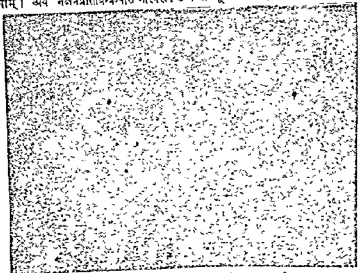
११·२२ (ख) फोटोविषयककोटिः

यदि कस्यचिदाकाशखण्डस्य फोटोचित्रमालिख्यते, फोटोचित्रञ्च परीक्ष्यते तर्हि तत्र कस्य-चिन्नक्षत्रस्य बिम्बं किञ्चिद् बृहत्, कस्यचिच्च किञ्चिद् लघु दृश्यते । (द्रष्टव्यमत्र फोटोचित्रम्)—



अत्रोपरि स्थितस्य नक्षत्रस्य व्यासोऽधिकः, अत एव तस्य भास्वरत्वमधिकम् ।

इदं सुव्यक्तमेव यद् बृहती छायातिभासुराणां भानाम्, लघ्वी च छायाल्पभासुराणां भानाम् । अयं नक्षत्रप्रतिबिम्बव्यास-भास्वरत्व-सम्बन्धो मूलाधारः सूक्ष्मफोटोविषयककोटिनिर्ण-



रक्तशोधनयन्त्रयुक्तकैमरागृहीतचित्रम् नीलशोधनयन्त्रयुक्तकैमरागृहीतचित्रम्

§ ११·२२१ द्रष्टव्यम्

यस्य । परन्त्विदं स्मर्तव्यं यत् फोटोफलकं वस्तूनां विभिन्नान् वर्णान् समरूपेण न गृह्णाति । नीलवर्णः फोटोफलकं क्षिप्रं प्रभावितं करोति, तस्य प्रतिबिम्बञ्च गाढं दीर्घञ्च भवति, रक्तवर्णश्च फोटोफलकं विलम्बेन प्रभावितं करोति, तस्य प्रतिबिम्बञ्च तावन्मात्रं गाढं दीर्घञ्च न भवति । अत एव नीलवर्णानां नक्षत्राणां प्रतिबिम्बव्यासस्तत्सममासुररक्तवर्णनक्षत्राणां प्रतिबिम्बव्यासात् सर्वथा फोटोफलके आयतो दृश्यते, अर्थान्नीलवर्णनक्षत्राणां कोटिस्तत्सममासुररक्तवर्णनक्षत्रकोट्य पेक्षया न्यूना[1] प्रतीयते ।

पद्धतिः

यथैकस्मिन्नेव फोटोफलके समकालिकोद्घाटन प्रदायैकस्य नक्षत्रस्य द्वे फोटोचित्रे गृह्येते । प्रथमचित्रग्रहणे फोटोयन्त्रकुहरं पूर्णं विवृतम्, द्वितीयचित्रग्रहणे फोटोयन्त्रकुहरं तु अंशमितं विवृतम्, तर्हि द्वितीयचित्रगतप्रतिबिम्बव्यासेन गणिता फोटोविषयककोटिः प्रथमचित्रगतप्रतिबिम्बव्यास-गणितकोट्यपेक्षया ऽवेकमितात्पा । अनेन सिद्धान्तेनोपमेयनक्षत्रस्य तुलनायामिष्टनक्षत्रस्य कोट्यन्तरं निश्चीयते । ततो वास्तविकी फोटोविषयककोटिर्गण्यते । अत्र प्रमाणदण्डरूपं ध्रुवकनक्षत्रस्य भास्वरत्वम् । तच्च ज्योतिर्विद्भिः सर्वसम्मत्या—२·६ मितं गृहीतम्, अर्थाद् ध्रुवकस्य फोटोविषयककोटिश्चाक्षुषकोटिसमैव ।

तुलनासौकर्याय ज्योतिर्विद्भिः केषाञ्चिन्नक्षत्राणां फोटोविषयककोटिः सूक्ष्मगणनया सुनिश्चिता । यतो ध्रुवनक्षत्रं ध्रुवसमीपवर्तीनि नक्षत्राणि च प्रायेण सर्वत्र (उत्तरीयगोलार्धे) सर्वदा दृश्यन्ते । अत एव ध्रुवादंशद्वयान्तर्वर्तिनां ९६ सङ्ख्याकानां नक्षत्राणां कोटयो निर्विवाद रूपेण निश्चिताः । अत्र प्रथमकोटिकादारभ्य विंशतिकोटिपर्यन्तं नक्षत्राणि वर्तन्ते । तैस्तुलनां विधाय भास्वरत्वतारतम्यफोटोविषयकोटिर्निश्चीयते । अयं ९६ नक्षत्राणां समूहो 'ध्रुवश्रेणी'नाम्ना प्रसिद्धः ।

११·२३ (ग) फोटोचाक्षुषकोटिः

पूर्वानुच्छेदे व्याख्यातं यत् फोटोफलकं नक्षत्रभास्वरत्वेन समरूपेण प्रभावितं न भवति । तस्य नीलवर्णग्राहकताऽधिका, रक्तवर्णग्राहकता चाल्पा । अत एव फोटोविषयककोटिश्चाक्षुषकोटे र्भिन्ना । परन्तु फोटोफलकमपि नेत्रतारकमिव वर्णग्राहि भवेदिति व्यवहारसौकर्याय ज्योतिर्विदां चिराकाङ्क्षा, सा चाधुना विशेषप्रकाशशोधनयन्त्रसम्पादितप्रकारेण सफला । फोटोयन्त्रमुखे विशेषप्रकाश शोधनयन्त्रं स्थाप्यते । प्रकाशशोधनयन्त्रमेवं रच्यते यत्तेन शुद्धानां किरणानां प्रभावो फोटोफलके नेत्रतारकयोरिव । अत एव फोटोफलकापतितकिरणा नेत्रदृष्टप्रतिबिम्बसमं प्रतिबिम्बं रचयन्ति । एवं निश्चिता कोटिः फोटो चाक्षुषकोटिः प्रोच्यते ।

११·२३१ वर्णसूचकम्

पूर्वं स्पष्टीकृतं यत् प्रकाशशोधनयन्त्ररहितफोटोयन्त्रेण समभासुराणामपि नक्षत्राणां विभिन्नवर्णत्वाद् विभिन्ना फोटोफलके छाया, परन्त्वत्र वर्तते भिन्नतायामपि नियमः । फोटो

---

1. यथा यथा भास्वरत्वमधिकं तथा तथा फोटोकोटिरल्पा ग्राह्या ।

विषयककोटि-चाक्षुषकोटिमध्य उपलभ्यते नियमविशेषः । फोटोविषयककोटि-चाक्षुषकोट्यन्तर नक्षत्रस्य वर्णापेक्षि । इदमन्तर नक्षत्रस्य वर्णसूचक कथ्यते । अर्थात्—

फोटोविषयककोटिः—चाक्षुषकोटिः = वर्णसूचक यदि कस्यचन नक्षत्रस्य रक्तवर्णकस्य चाक्षुषकोटिः (फोटोचाक्षुषकोटिर्वा) + ४.० मिता, निश्चयतस्तस्य फोटोविषयककोटी रक्त-वर्णत्वात् किञ्चिदधिका, यथा + ५.५ मिता, तर्हि वर्णसूचकं + १.५ मितम् । एवमेव यदि कस्यचि-न्नीलवर्णकस्य नक्षत्रस्य चाक्षुषकोटिः + ४.८ मिता, फोटोविषयककोटिश्च + ४.९ मिता, तर्हि तस्य वर्णसूचकं –०.१ मितम् । यथा यथा नक्षत्रस्य वर्णोऽधिकाधिक रक्तस्तथा तथा वर्णसूचकं धनदिशाया वर्धते, यथा यथा तस्य वर्ण उत्तरोत्तर नीलस्तथा तथा ऋणदिशाया वर्णसूचक वर्धते ।

पूर्वानुच्छेदे (§ ११.२३ तमे) व्यक्त यद् लुब्धकस्य फोटोविषयककोटिश्चाक्षुषकोटिसम १.६ मिता, अत एव लुब्धकस्य वर्णसूचक शून्यमितम् । ऋणदिशाया वर्णसूचक –०.३ पर्यन्तम्, धनदिशायाश्च वर्णसूचक + २ पर्यन्तम् (अतिधूमिलनक्षत्राणाञ्च + १४ पर्यन्तम्) ।

व्यवहारे वर्णसूचकमचिरेणेष्टनक्षत्रस्य विभिन्नवर्णग्राहिफलकपातितबिम्बस्य परीक्षणेन तुलनया च गण्यते । नीलवर्णग्राहिफलके रक्तवर्णग्राहिफलके चैकस्यैवाकाशक्षेत्रस्य द्वे फोटोचित्रे §–११.२२-तमे दत्ते ।

वर्णसूचकस्य ज्योतिर्भौतिकव्यापारेऽतिमहत्त्व वर्तते । वर्णसूचकेन वर्णच्छत्रीयवर्गः (§ ११.७-तमे), तापक्रमश्च (§ ११.६२ तमे) ज्ञायेते ।

११.२४ (घ) फोटोविद्युत्कोटिः

भास्वरत्व फोटोविद्युत्पद्ध-त्यापि निश्चीयते, एव निश्चिता च कोटिः फोटो विद्युत्कोटिरुच्यते । यदा प्रकाशकिरणाः सोडियम-पोटेशियम रूबीडियमादिधातुषु पतन्ति, तदा धातव पतितकिरणमात्रानुसार विद्युत्कणानुद्गिरन्ति—यदि किरण मात्राऽधिका तर्हि अधिकमानया विद्युत्कणा उद्गीर्यन्ते, यदि किरण मात्राऽल्पा तर्हि स्वल्पमानया विद्युत्कणा उद्गीर्यन्ते । अनात्यन्तसूक्ष्म ग्राहिणा यन्त्रेण (द्रष्टव्यमत्रत्यं फोटोचित्रम्) उद्गीर्णविद्युत्कणा गण्यन्ते । सिद्धान्तोऽयं नक्षत्रभास्वरत्वपरिमेऽपि प्रयुज्यते । इष्टनक्षत्रस्योपमेयनक्षत्रस्य च प्रकाशकिरणोद्गीर्ण-विद्युत्कणा गण्यन्ते, परस्पर भास्वरत्वतारतम्य च लभ्यते । तत्तारतम्य



फोटोमीटर यन्त्रम्
[हार्वर्ड वेधशाला]

गणनासिद्धान्तश्चाक्षुषकोटिविषये फोटोविषयककोटिनिर्णये वा स्वीकृत स एवानोररीक्रियते, अर्थात् प्रथमकोटिकनक्षत्रस्य भास्वरत्व षष्ठकोटिकनक्षत्रभास्वरत्वापेक्षया शतगुणकम् । यथा फोटो विद्युद्गृहीतप्रकाशरश्मयो नेत्रगृहीतप्रकाशरश्मिभ्यो नितान्त भिन्ना, अत एव न विद्यते कोऽपि स्फुटसम्बन्धो फोटोविद्युत्कोटि चाक्षुषकोटिमध्ये । अनया चाधुनिकतमया पद्धत्या पूर्वप्रचलिता फोटोपद्धति प्रायेणापाकृता । अनया च फोटोविद्युत्पद्धत्या सर्वाधिक सूक्ष्मतया भास्वरत्वतारतम्य मानमधिगम्यते, विकारिनक्षत्राणाञ्च भास्वरत्वतारतम्यविषये त्विय पद्धतिरेव सफला ।

११ २५ (ड) यथार्थकोटि

इत पूर्वमस्माभिर्या कोटिर्निर्धारिता सा प्रतीयमाना कोटिरेव । सा नक्षत्रस्य यथार्थभास्वरत्वकोटिं दूरत्वञ्चापेक्षते । लौकिकव्यवहारेऽपि दृष्टमेव सर्वैर्यद् यथार्थभास्वरत्व भास्वरत्व दूरत्व चापेक्षते । अर्थाद् यथा यथा भासुरपदार्थो दूरं गच्छति तथा तथा तस्य भास्वरत्व मन्द प्रतीयते, यथा यथा च स समीपमागच्छति तथा तथा तस्य भास्वरत्व तीव्र प्रतीयते । एकोऽतिभासुर, परन्त्वति दूरवर्तिपदार्थ एव न प्रकाशवान् स्याद् यथैस्तदल्पभासुर किन्तु समीपवर्तिपदार्थ । अनेन नियमेन एक वस्तुतोऽतिभासुर नक्षत्र सुदूरवर्तित्वात्तथा न प्रकाशते यथान्यत्तदपेक्षया समीपवर्ति स्वल्पभासुर नक्षत्रम् । अत एव यथार्थभास्वरत्व प्रतीयमानभास्वरत्वाद् भिन्नम् ।

यथार्थकोटिरेव निर्णीयते । यतो यथार्थकोटिर्दूरत्वापेक्षिणी, अत एव प्रमाणदूरत्वे प्रत्येक नक्षत्रस्य किंमात्रक प्रतीयमानभास्वरत्व स्यादिति निश्चित्य यथार्थकोटिनिश्चय शक्य । प्रमाणदूरत्वमिद दशपारसेकमितम्[1] उररीकृत सर्वै ज्योतिस्सूरिभि । अर्थादिष्टनक्षत्र निजयथार्थदूरत्व विहाय दशपारसेक (३२६ प्रकाशवर्ष)[1] दूरत्वे स्थित सद् यावन्मानक भास्वरत्व प्रकटयेत्, या च तस्य प्रतीयमाना कोटिर्भवेत्, तत्तस्य यथार्थभास्वरत्वम्, सा च तस्य यथार्था कोटि ।

उपरि व्यक्तमेव यथार्थभास्वरत्वकोटिर्यथार्थोज्ज्वल्य दूरत्व चापेक्षते । अत एव प्रतीयमान चाक्षुषकोटिं नाक्षत्रदूरत्वञ्च विज्ञाय यथार्थभास्वरत्वकोटिरधिगम्यते । अत्र निम्नसूत्र प्रयुज्यते—

यथार्थचाक्षुषकोटि = चाक्षुषकोटि + ५ + ५ लघुगणक (१ / दूरत्वम्) पारसेकमाने ।

अथवा

यथार्थचाक्षुषकोटि = चाक्षुषकोटि + ५ + ५ लघुगणक (लम्बन) पारसेकविकलामाने

एवमेव यथार्थफोटो विषयककोटिर्लभ्यते ।

उपरि दत्तविधिना सूर्यो योऽस्माक लोके प्रकाशाना नयति पञ्चमकोटिकनक्षत्रमिवातिधूमिल कृच्छ्रेण दृष्टिगोचरतां यास्यति, यत

[सूर्यस्य यथार्थचाक्षुषकोटि = −२६ ७२ + ५ + ५ लघुगणक (१ / २,०६,२६५)

---

१ पारसेक प्रकाशवर्षादीनां मानमग्रे द्रष्टव्यम् ।

२ सूर्यस्य लम्बन २,०६,२६५″ मन्यतेऽत्र ।

$= -२६\cdot७२+५+५$ लघुगणक (२,०६,२६५)
$= -२६\cdot७२+५+५\times५\cdot३१४$
$= -२६\cdot७२+५+२६\cdot५७=४\cdot८५$]

११·२६ नक्षत्राणां सम्मिलितौज्ज्वल्यम्

समस्तनक्षत्राणां प्रकाशः १,४४० संख्याकप्रथमकोटिकनक्षत्राणामौज्ज्वल्यसमः। अर्थात् ६·९ कोटिनक्षत्रभास्वरत्वसमः। यतः पूर्णचन्द्रस्य कोटिः—१२·१ मिता, अत एव समस्तनक्षत्राणि पूर्णचन्द्रौज्ज्वल्यशतांशतुल्यं प्रकाशमस्मभ्यं ददति।

११·२७ नक्षत्राणामौज्ज्वल्यम्

पूर्वानुच्छेदेनोपलभ्यते यदौज्ज्वल्यं यथार्थचाक्षुपकोट्यपेक्षि। यथा यथार्थकोटिविनिश्चये दशपारसेकदूरत्वं प्रमाणरूपेण स्वीकृतम्, तथैव तुल्नार्थौकर्यायात्र सूर्यस्यौज्ज्वल्य प्रमाणरूपेणाङ्गीक्रियते। इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यनिर्धारणे निम्नसूत्रं प्रयुज्यते—

$$\frac{\text{इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम्}}{\text{सूर्यौज्ज्वल्यम्}} = २\cdot५१२^{(\text{सूर्यस्य यथार्थकोटिः—नक्षत्रयथार्थकोटिः})}$$

यतः सूर्यौज्ज्वल्यमस्मिन् मानदण्डे त्वेकमितम्, सूर्यस्य यथार्थकोटिः ४·८५ मिता; अत एव

$$\text{इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम्} = २\cdot५१२^{४\cdot८५\ \text{नक्षत्रयथार्थकोटिः}}$$

अथवा लघुगणक(इष्टनक्षत्रौज्ज्वल्यम्) $=०.४$ (४.८५ — नक्षत्रयथार्थकोटिः)

उदाहरणम्—लुब्धकस्य औज्ज्वल्यं गणय।

लुब्धकस्य यथार्थचाक्षुपकोटिः $= +१\cdot३$ [पूर्वमेव दत्ता],

अतो लघुगणक(लुब्धकौज्ज्वल्यम्) $= ०\cdot४(४\cdot८५ - १\cdot३०)$
$= ०\cdot४\times३\cdot५५$
$= १\cdot४२$

$$\text{लुब्धकौज्ज्वल्यम्} = १०^{१\cdot४२} = ३०$$

अर्थाद् लुब्धकं सूर्यापेक्षया ३० गुणकं भासुरम्।

११·२८ उज्ज्वलतमानि नक्षत्राणि

उज्ज्वलतमं नक्षत्रं लुब्धकम्। अन्यानि प्रसिद्धानि भासुरतमानि नक्षत्राण्यधो दीयन्ते सारिण्याम्—

उज्ज्वलतमानां नक्षत्राणां सारिणी

नाम		प्रतीयमाना चाक्षुषकोटिः	वर्णच्छत्रीय-वर्गः	लम्बनम्	दूरत्वं प्रकाशवर्षेषु	यथार्थ-चाक्षुषकोटिः
α प्रश्वन्	लुब्धक	−१·५८	A_0	·३७८	८·६	+१·३
α नौतल	अगस्त्य	−०·८६	F_0	·०३३	१००·	−३·२
α किन्नर	मित्र	+०·०६	G_0	·७४८	४·४	+४·४
α वीणा	अभिजित्	०·१४	A_0	·१२३	२६	+०·५
α रथिन्	ब्रह्महृदय	०·२१	G_0	·०७७	४२	−०·४
α भूतप	स्वाती	०·२४	K_0	·०९८	३३	+०·२
β मृग	'रीगेल'	०·३४	B_8	·००६	५४०	−५·८
α श्वन्	'प्रोक्योन'	०·४८	F_3	·२९४	११·१	+२·९
α वैतरणी	'आचेरनार'	०·६०	B_5	·०४५	७०	−१·१
β किन्नर		०·८६	B_1	·०१७	१९०	−२·९
α गरुड	श्रवण	०·८९	A_5	·२०८	१५·७	+२·५
α मृग	आर्द्रा	०·९२	M_2	·०११	३००	−३·१
α स्वस्तिक		१·०५	B_1	·०१५	२२०	−२·७
α वृष	रोहिणी	१·०६	K_5	·०६२	५३	+०·१
β मिथुन	पुनर्वसु	१·२१	K_0	·११४	२९	+१·५
α कन्या	चित्रा	१·२१	B_2	·०२७	१२०	−१·६
α वृश्चिक	ज्येष्ठा	१·२२	M_1	·०१३	२५०	−३·२
α दक्षिणमीन	'फोमाल्हार'	१·२६	A_3	·१३९	२३	+२·०
α हंस	'डेने ब'	१·३३	A_2	·००८	४००	−४·२
α सिंह	मघा	१·३४	B_8	·०४९	६७	−०·१

११·२ नक्षत्राणां दूरत्वम्

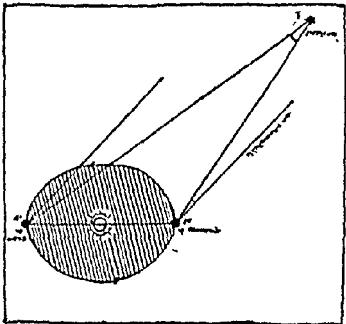
नक्षत्राणि प्रायः सूर्यसमानि (कानिचन च सूर्यात् परिमाणविषये महान्त्यपि), परन्तु सर्वाण्येतानि ह्रस्वनोऽप्रतिच्छायाकारप्रकाशबिन्दव इव । किमत्र कारणम् ? अत्र तेषां सुदूरवर्तित्व मेव हेतुः । सूर्यो लौकिकमानदृष्ट्या सुदूरं प्रकाशते, तस्मादिदूरत्वञ्च सूर्यस्याये नैकदृष्टान्तैः प्रदर्शितम् । परन्तु समीपतमनक्षत्रापेक्षया सूर्यस्य भुवो दूरत्वमत्यल्पम् । सूर्यस्य किरणाः $8\frac{1}{3}$ मिनटकालेन स्पृशन्ति पृथिवीम्, परन्तु समीपतमस्यापि नक्षत्रस्य (मित्रनामकस्य) किरणाः $4\frac{1}{3}$ वर्षकालेन प्राप्नुवन्ति भूतलमस्माकम्, अर्थात् तस्य दूरत्वम् २,५५,००,००,००,००,००० मीलपरिमितम् ।

११·३१ दूरत्वनिर्धारणविधिः

सूर्यचन्द्रयोर्ग्रहाणां वा दूरत्वं लम्बनेन निर्धार्यते इति पूर्वाध्यायेषु व्याख्यातम्, [illegible] लम्बनपद्धतिर्नात्र [illegible] । सूर्यचन्द्रमसौ नक्षत्रेभ्यः सुमहान्तौ, ततो दूरत्वं 'दूरत्वम्*

$\frac{\text{भूव्यासः'}}{\text{लम्बनस्या}}$ इति सूत्रेण सुलभम्, परन्तु नक्षत्राणां लम्बनमानस्याल्पत्वं [illegible] यदतिसूक्ष्ममापकयन्त्रैरपि तस्य वेधेन मानप्राप्तिरसम्भवा। यद्येका रूप्यमुद्रा १०००-गोलार्धदूरवर्तिनी स्यात्, दृष्टितो न सर्वथा [illegible] स्याद् मुद्रोच्छ्रयेण रचितः कोणो 'अ' स्यात्तर्हि [illegible] लम्बनमानं $\frac{\text{'अ'}}{१००}$ मितमेव भवेत्। [illegible] 'अ'कोणमपि मापयितुं न शक्यते, का कथा $\frac{\text{'अ'}}{१००}$ कोणस्य अत एतादृशलम्बनसदृशविशदीकृते ज्योतिर्गणकैः, या चाधो दीयते।

लम्बनसिद्धान्ते निरूपितमेव पूर्वं यद् यथा यथा आधाररेखा (यथा चन्द्रलम्बननिर्णये भूव्यासः) दैर्घ्यं भजते, तथा तथा लम्बननिर्णये यथार्थतमाप्नोति। यतो भूव्यासो नक्षत्रदूरत्वनिर्णयेऽत्यल्पः, ज्योतिर्गणकैः कश्चिद् बृहत्तमाधाररेखान्विष्टा, सा च सूर्यस्य परिधिगता भूकक्षाव्यासः। भूः सूर्यं परितो भ्रमति, यदि सा कक्षावृत्तस्यास्मिन् भागे तिष्ठति, षण्मासानन्तरं सा कक्षावृत्तस्य द्वितीयकोटौ (पूर्वस्थानात् षड्भान्तरे) स्थास्यति; प्रथमद्वितीयस्थित्योरन्तरं भूकक्षा

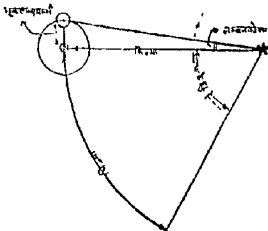


[illegible] । स च १८,६८,००,००० [illegible] [illegible]

नक्षत्राणि समीपतराणि तानि दूरवर्तिनक्षत्रापेक्षया किञ्चित् स्थानभ्रंशं लभन्ते । क इ स-कोणः स्थानभ्रंशमानम्[1] ।

कोणोऽयमत्यल्पपरिमाणकः, अत एव भूमध्यगणितीयदूरत्वे सूर्यमध्यगणितीयदूरत्वे न कोऽपि विशेषो भेदः । अत एव गणना सदैव सूर्यमध्यगणनया क्रियते, अर्थात् लम्बनं सूर्यमध्याद् गण्यते । सूर्यमध्याद् लम्बनं चित्रे क इ सू-कोणेन प्रदर्शितम् । लम्बनकोणमानं वेधेन निश्चीयते । लम्बनं ज्ञात्वा दूरत्वं ज्ञायते । अत्र निम्नसूत्रम्[2]—

1. कोणोऽयमत्यल्पत्वात् समीपस्थनक्षत्रस्यैव मापनीयः । दूरवर्तिनक्षत्रेभ्य ईदृशी १८,२८,००,००० क्रोशार्धविस्तृता आधाररेखापि दूरत्वापेक्षयाऽत्यल्पा ।
2. कोणानां तृतीयमाने प्रमापकं रेडियनमस्ति । रेडियनं केन्द्रवर्ती स कोणो यः त्रिज्यातुल्यचापेन रच्यते । रेडियने २०६२६५ विकलाः सन्ति । चित्रमत्रायं



दूरत्वम् । अनेन चित्रेण लम्बनदूरत्वसम्बन्धः प्रदर्शितः ।

$$\frac{\text{लम्बनकोणः}}{\text{वृत्तसम्पूर्णपरिमाणः}} = \frac{\text{रेडियनम्}}{\text{वृत्तसम्पूर्णपरिमाणम्}}$$

$$\text{अर्थात्}\ \frac{\text{लम्बनकोणः}}{\text{भूव्यासार्धम्}} = \frac{२०६२६५}{\text{दूरत्वम्}}\ \text{अत एव दूरत्वं} = \frac{\text{भूव्यासार्धम्} \times २०६२६५''}{\text{लम्बनकोणः}}$$

$$\text{दूरत्वम्} = \frac{\text{भूकक्षाव्यासार्धं} \times \text{'रेडियने' सेकिण्डाना सख्या}}{\text{लम्बनकोणमान सेकिण्डेषु}}$$

$$\text{अर्थात्} = \frac{९,२९,००,००० \times २०६२६५}{\text{लम्बनं (सेकिण्डमाने)}} \text{ क्रोशार्धानि}$$

उदाहरणम्—α किन्नरस्य (मित्रस्य) लम्बन ७५६'' मितम्, दूरत्व गणय—

$$\text{मित्रस्य दूरत्वम्} = \frac{९,२९,००,००० \times २०६२६५}{७५६}$$

$$= २,५३,४६,००,००,००,०००$$

क्रोशार्धानि ।

११ ३२ नक्षत्रलम्बननिर्धारणरीतय

नक्षत्राण्यतिदूरवर्तीनीति निश्चिता मति पुराणाना ज्योतिर्विदाम्, परन्तु तेषा यथार्थदूरत्व निश्चयो न सम्भव आसीत् । दूरदर्शकस्याविष्कारानन्तरमपि बहुकालपर्यन्त नाक्षत्रदूरत्वनिर्धारण दुष्करमेवासीत् । खिस्तीयोनविंशतितमशतकस्य प्रथमचरणे ज्योतिर्विद्भि कतिपया दूरत्वनिर्धारणे सिद्धान्ता निर्धारिता । भास्वरत्वस्य चाक्षुषकोटेरधीन दूरत्वमिति प्रथम सिद्धान्त (यथा यथा नाक्षत्रदूरत्वमधिक तथा तथा भास्वरत्व धूमिल्म्, अर्थाद् धूमिलनक्षत्र भासुरनक्षत्रापेक्षया दूरवर्ति) । समीपवर्तिनक्षत्राणा प्रकृता गतिर्महती, दूरवर्तिना चाल्पेति द्वितीय सिद्धान्त । यदि नक्षत्र द्विकनक्षत्रमस्ति, तर्हि सहचारिनक्षत्रस्यान्योन्यदूरत्वाधिक्य तस्य परिक्रमणकालस्याल्पता चापेक्षते द्विकनक्षत्रस्य दूरत्वम् ।

उपर्युक्तसिद्धान्ताना प्रतिपादनार्थं बृहती नक्षत्राणा सूची निर्मिता । प्रथमत प्रथमकोटिक नक्षत्राणा द्वितीयकोटिकनक्षत्राणाञ्च सूची परिष्कृता । द्वितीयतो लुब्धक-प्रश्वामितजिन्मित्राणा सूची रचिता । एषा नक्षत्राणा प्रकृता गति पर्याप्ता महती । तृतीयतो मित्र ६१ हसादिद्विकनक्षत्राणा मध्ययन कृतम् ।

सर्वप्रथम लम्बननिर्धारणार्थं त्रिभिर्ज्योतिर्विद्भि समकाल एव प्रयत्न कृता । तेषा प्रयुक्तानि दूरदर्शकयन्त्राणि विभिन्नानि, तैराधारीकृतनक्षत्राणि विभिन्नानि, तथापि तेषा निष्कर्षा पर्याप्त यथार्था आसन् । 'बेसेल'महोदयेन ६१ हसनामकस्य द्विकस्य महाप्रकृतिगतिकस्य सूक्ष्मापक यन्त्रेण नाक्षत्रलम्बन खिस्तीये १८३८-तमे अब्दे ०'',३१-मित निश्चितम् । 'स्ट्रुव' महोदयेन महाप्रकृतिगतिरत्साभिजितो नाक्षत्रलम्बनमेकेनातिधूमिलनक्षत्रेण तोलयित्वा सूक्ष्ममापकयुक्त विपुव दूरदर्शकयन्त्रेण खिस्तीये १८४०-तमाब्दे ०'' २५ मित निर्धारितम् । 'हेण्डरसन-महोदयेन खिस्तीये १८३९-तमाब्दे मित्रस्योन्नतांशान् वर्षस्य विभिन्नर्तुषु विदध्वा नाक्षत्रलम्बनस्य मान १.''०० मित लब्धम् ।

अद्यत्वे तु नाक्षत्रलम्बन फोटोचित्रैर्निर्धार्यते । फोटोचित्रपद्धत्या क्षिप्रं निर्णयो लभ्यते, यथार्थत्व च सूक्ष्मतयायाति । धूमिलनक्षत्राणा भूमिकायामिष्टनक्षत्रस्य फोटोचित्राणि गृह्यन्ते । पुनस्तस्यैव नक्षत्रस्य षण्मासानन्तर (द्वितीयमपि फोटोचित्रम्) वर्षानन्तरञ्च चित्राणि गृह्यन्ते । एवं

पञ्चयाणां फोटोचित्राणां सूक्ष्ममापकयन्त्रैरध्ययनं विश्लेषणञ्च क्रियेते । प्रथमद्वितीयफोटोचित्रयोर्यदन्तरं तस्य द्वौ हेतू—नाक्षत्रलम्बनविषयकं स्थानभेदः, नाक्षत्रप्रकृता गतिः । प्रथमतृतीयफोटोचित्रयोर्यदन्तरं तस्यैको हेतुः—नाक्षत्रप्रकृतगतिः (यतोऽत्र भूः पूर्वस्थानमागच्छति, भूपरिभ्रमणकृतलम्बनविषयकान्तरं शून्यमितं भवति)। एवं नाक्षत्रप्रकृतिगतिजनितान्तरं विचार्य लम्बनविषयकान्तरं (अर्थान्नाक्षत्रलम्बनं) निर्णीयते ।

आकाशप्रान्तस्थितनक्षत्रस्य चित्रम्
अर्धवर्षपूर्वम्

तस्यैव नक्षत्रस्य चित्रम्
षण्मासानन्तरं

नाक्षत्रलम्बननिर्धारणम्

परन्तु पद्धतिरियं न नितान्तं सरला । सूक्ष्ममापकयन्त्रेण ०''.०१ मितं लम्बनं यथार्थतया ग्राह्यम्, तदधिकं त्वशुद्धं फलं ददाति । फोटोचित्रेण ०''.००१ मितलम्बनस्य निर्धारणं सर्वथा असम्भवम् । परन्तु सन्ति बहूनि नक्षत्राणि यानि सुदूरवर्तीनि, तेषां लम्बनं चातिसूक्ष्मम् । तेषां दूरत्वनिर्धारणे परोक्षविधयः प्रयुज्यन्ते । एषां विधीनां विवरणं यथास्थानं दास्यते, अत्र तु ते संक्षेपेण दीयन्ते—

(१) चाक्षुषकोटि–यथार्थचाक्षुषकोटि-सम्बन्धाद् दूरत्वं लम्बनं वा ज्ञायते निम्नसूत्रेण

लघुगणक(लम्बनम्) = $\frac{1}{5}$ (यथार्थकोटि —प्रतीयमानकोटि—५) अत्र यथार्थकोटिश्च रश्मिविश्लेषणयन्त्रेण निर्णीयते (द्रष्टव्य § ११·२३१)।

(२) सार्वपरिवर्तितारकाणामुपस्थितेरपि दूरत्वं निर्णीयते । सार्वपरिवर्तिताराविकाशानां मात्राविकाशमपेक्षते दूरत्वम् (द्रष्टव्य § १२·५३२)।

(३) नक्षत्रसमूहस्य दूरत्वं तेषां गत्यादिना निर्धार्यते (द्रष्टव्य § ११·२२)

(४) द्विकनक्षत्राणां दूरत्वं गुरुत्वाकर्षणनियमानुसारेण परिक्रमणकालेन मापेन (द्रष्टव्य § १२·१४)।

(५) [illegible] दूरत्वनिर्णयः सम्भवः ।

११.३३ वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः

(१) यदि नक्षत्राणि कदम्बक्षेत्रे स्थितानि, तानि वृत्ताकारे आकाशे दोलन्ते। (२) यदि क्रान्तिवृत्तसमतले सन्ति तर्हि तानि क्रान्तिवृत्ते रेखाया दोलनं कुर्वन्ति दृश्यन्ते। (३) यद्यन्यत्र सन्ति तर्हि दीर्घवृत्ताकारे भ्रमन्ति दृश्यन्ते। उपरि दत्तचित्रेण स्पष्टं क्रियते नक्षत्राणां वार्षिकलम्बनकृतं दोलनम्।

वार्षिकलम्बनस्य प्रभावः

११.३४ दूरत्वप्रमापकाणि

यदि कोऽपि नरः पुस्तकस्यायामं पृच्छेत्तर्हि पुस्तकं नव इञ्चमितमायतमित्युत्तरं लभेत। परन्तु यदि कोऽपि वाराणसीतः प्रयागस्य दूरत्वं पृच्छेत्तर्हि 'इयन्मात्राणि क्रोशार्धानि' इत्युत्तरं प्राप्नुयात्। न यमत्र प्रमापकेषु परिवर्तनम्? वाराणसीतः प्रयागस्य दूरत्वस्य प्रमापके गुरुत्वत्। अत एवेदं दूरतरप्रमापकं प्रयुज्यते। एवमेव ज्योतिर्विद्यायां सूर्यस्य दूरत्वन्तु क्रोशार्धप्रमापकेन माप्यते, परन्तु नाक्षत्रदूरत्वमापनार्थमेतमन्यत् प्रमापकमन्विष्यते यत् क्रोशार्धापेक्षया गुरुतरम्। अत ज्योतिर्विद्भिः [illegible] कल्पितानि प्रमापकानि यथा पारसेक, प्रकाशवर्ष, ज्योतिःप्रमापकमित्यादीनि।

पारसेक—यदि [illegible] दूरत्वे स्थितं नक्षत्रं वार्षिकलम्बनं सेकेण्डैकमितं ([illegible]) तर्हि तस्य दूरत्वमेकं पारसेकमुच्यते।

यतो नाक्षत्रदूरत्ववृद्धौ लम्बनमानहानिः, अतो दूरत्वं लम्बनव्युत्क्रमानुपाति । अथाद्

यदि लम्बनम् १".०० तर्हि दूरत्वम् एक पारसेकम्,

" " ०".१ " " दशपारसेकानि,

" " ०".०१ " " पारसेकशतम् ।

पारसेकश्च २०६२६५ + ९,२. ९,००,००० कोशार्धमितम् ।

प्रकाशवर्षः

पारसेकप्रमापकं ज्योतिर्गणकेष्वेव प्रसिद्धम्, जनसाधारणे तु प्रकाशवर्षोऽधिकं प्रचलितः । प्रकाशकिरणाः (विद्युत्किरणाना वा) सर्वेषु भौतिकवस्तुषु सर्वाधिको जवः । ते सेकिण्डैककाले १८६३२४ कोशार्धानि चलन्ति । अत एव ते बृहत्प्रमापकार्थं पर्याप्तमुपयुक्ताः । प्रकाशकिरणा एकस्मिन् वर्षे १८६३२४ × ६० × ६० × २४ × ३६५ कोशार्धानि (आसन्नमाने ५८,८०,००,००,००,००० कोशार्धानि) गच्छन्ति । सूर्यकिरणाः प्रायः ८$\frac{१}{३}$ मिनटकालेन भूतलं स्पृशन्ति ।

ज्योतिःप्रमापकम्

ज्योतिर्गणकेष्वेवमन्यत्प्रमापकमपि प्रचलितम् । नक्षत्राणां लम्बनविधौ दृष्टं यत् सूर्यभुवोरन्तरं (भूकक्षाव्यासार्धः) पर्याप्ताधाररेखा । आधाररेखेयं प्रायेण सर्वदा प्रयुज्यते नाक्षत्रलम्बनानयनप्रक्रियायाम्, अत एवाधाररेखाया दीर्घतमप्युचितं प्रमापकं भवितुं योग्यम् । सूर्यभुवोरन्तरं ९,२९,००,००० कोशार्धमितम् ।

प्रमापकाणां परस्परसम्बन्धः

एक पारसेकम् = ३·२६ प्रकाशवर्षाणि

= २०६२६५ ज्योतिःप्रमापकाणि

= १,९२,००,००,००,००,००,००० कोशार्धानि

एकः प्रकाशवर्षः = ·३०७ पारसेकभागः

= ६३२७१ ज्योतिःप्रमापकभागः

= ५,८८,८०,००,००,००,००० कोशार्धानि ।

एक ज्योतिःप्रमापकम् = [illegible] पारसेकम्

= ·००००१५८ प्रकाशवर्षभागः

= ९,२९,००,००० कोशार्धानि ।

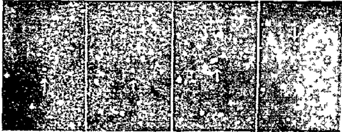
$$\text{दूरत्वम्} = \frac{१}{\text{लम्बनम्}}\ \text{पारसेकानि}$$

$$= \frac{३·२६}{\text{लम्बनम्}}\ \text{प्रकाशवर्षाः}$$

$$= \frac{२०६२६५}{\text{लम्बनम्}}\ \text{ज्योतिःप्रमापकानि}$$

११.४ नक्षत्राणां गतिः

नक्षत्राणि प्रत्यहं रात्रौ पूर्वतः पश्चिमदिशं गच्छन्ति दृश्यन्ते। सायंकाले यानि पूर्वक्षितिजे भान्ति तान्येव प्रभाते पश्चिमक्षितिजेऽस्तं यान्ति। इयं तेषां प्रथमा गतिः, परन्तु गतिरियं केवलं प्रतीयमाना, भुवोऽक्षभ्रमणमेवात्र हेतुः। पुनश्च नक्षत्राणि सर्वाणि वर्षपर्यन्तं नावलोक्यन्ते, क्वचित्तेषां दर्शनं क्वचित्तेषामदर्शनम्। यद्यद्य रात्रौ दशमहोरात्रा याम्योत्तरवृत्तलग्नं किमपि



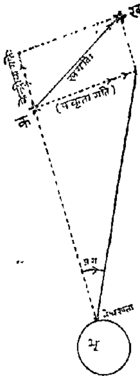
'प्रोक्सिमा'-किन्नरनक्षत्रस्य प्रकृता गतिः [हार्वर्ड वेधशाला]

नक्षत्रम्, एकेन मासेन तद् अष्टमहोरात्रा याम्योत्तरोल्लङ्घनं करिष्यति, यद्यपि सर्वदा तेषां नक्षत्राणामन्योन्यदूरत्वसम्बन्धः सम एव। अर्थात् सर्वाणि नक्षत्राणि युगपत् पश्चिमदिशं गच्छन्ति। गतिरियमपि प्रतीयमानैव, अत्र भुवः सूर्यमभितः परिक्रमणमेव हेतुः। परन्त्विमे द्विधाप्यस्त्येषां तृतीया गतिर्या वास्तविकी। इयं तेषां प्रकृता गतिरुच्यते। नक्षत्राणां परस्परदूरत्वं शनैः शनैर्भिन्नतां याति, इयं भिन्नता त्वेतावत्यल्पा यद् वेधेन तस्या मानलाभोऽतिदुष्करः, परन्तु बहुकालपृथक्कृतासु रेखु वेधेन प्रत्यक्षं स्थानच्युतिः स्फुटतया दृश्यते (अवलोकनीयमत्रोपरि दत्तं फोटोचित्रम्)। वस्तुतो नक्षत्राणि प्रायेण तीव्रगतिमन्ति, परन्तु सुदूरवर्तित्वात् तीव्रगतिजनितस्थानभ्रंशोऽप्यल्पः प्रतीयते। अनेनैव कारणेन नक्षत्राण्यचलानि मन्यन्ते।

११.४१ प्रकृता गतिः, केन्द्रीया गतिश्च

चित्रे किमपि नक्षत्रं क स्थाने स्थितम्, वर्षान्ते तदेव निजगत्या ख स्थाने भविष्यति। तस्य वार्षिकस्वगतिः कख मिता। अत्र स्वगतिर्द्विरूपेण विश्लेषणमर्हति, प्रथमं दृक्सूत्रलम्बदिशायां नक्षत्रं किमपि चलति, द्वितीयं दृक्सूत्रदिशायाम्। दृक्सूत्रदिशायां गतिर्वेधेन दुर्लभा, यतो यद् वस्तु दृक्सूत्र एव दूरमपसरति, उपसरति वा, तद् एकस्थाने तिष्ठदिव प्रतीयते। यदि नक्षत्रं दृक्सूत्रलम्बदिशायां चलति तर्हि तस्य स्थानभ्रंशप्रतीतिर्भवति। स्थान-

ंशात् कल्पितः कोणो वेधेन लभ्यः। अत्र प्रथमविश्लेषणे दृक्सूत्रलम्बदिशायां गतित्वात् कोणीयगतिर्लभ्यते, द्वितीयविश्लेषणे दृक्सूत्रदिशागमने केन्द्रापसारित्वात् केन्द्रोपसारित्वाद् वा केन्द्रीया गतिः पश्यते। कोणीयगतिः प्रकृता गतिरपि प्रोच्यते।



११·४११ प्रकृता गतिः

अद्यत्वे तु प्रायेण सर्वेषां चाक्षुषनक्षत्राणां कतिपयानां दूरदर्शकीयनक्षत्राणामपि प्रकृता गतिः सूक्ष्मतया गणिता विद्यते। काले काले नक्षत्राणां स्थितिनिर्देशकानि मानचित्राणि वेधशालासु रच्यन्ते, तेषां तुलनात्मकाध्ययनाच्च प्रकृता गतिर्निश्चीयते।

निर्धारणपद्धतिः

दृष्टनक्षत्रस्य विषुवांशाः क्रान्त्यंशाश्च सुदीर्घकालव्यवधाने ऽवसरद्वये सूक्ष्मतया विध्यन्ते। अयनजनितान्तरादीन् विचार्य लब्धान्तरेण नक्षत्रस्य प्रकृता गतिर्लभ्यते। तुलनेयं सरला यद् एकस्मिन्नेव काले विषुवनायनादिजनितान्तराणि सर्वेषां नक्षत्राणां समभितान्येव।

अचिरात्पूर्वमीदृशी फोटोचित्रद्वयतुलना सूक्ष्मतया नेत्राभ्यां निरीक्षणेन सूक्ष्मदर्शकयन्त्रेण च सम्भवासीत्, परन्तु तल्लभ्यमाने नासीत् सूक्ष्मयाथार्थ्यम्। अधुना निमेष-('ब्लिंक') सूक्ष्मदर्शकयन्त्रेण तुलना सुसरला। निमेषसूक्ष्मदर्शकयन्त्रस्याधः फोटोद्वयं स्थाप्यते, यन्त्रविशेषसाहाय्येन क्षणं नेत्रयोरधः प्रथमचित्रं पतति, क्षणं द्वितीयचित्रम्, पुनः प्रथमं चित्रम्, ततो द्वितीयं चित्रम्। एवं पौनःपुन्यदृष्टिपातपरिवर्तनेन किञ्चिन्मात्रमपि परिवर्तनं चित्रद्वये निमिषदिव दृश्यते, सुकरतया च दृष्टिगोचरतां याति।

शीघ्रप्रकृतगतिकानि नक्षत्राणि

शीघ्रप्रकृतगतिकानां नक्षत्राणामग्रणि वर्तते एकं दूरदर्शकीयं 'बार्नार्ड'नक्षत्रनाम्ना प्रसिद्धं नक्षत्रम्। नक्षत्रमिदं समीपवर्तिनक्षत्रापेक्षया प्रतिवर्षं १०.२५ विकलात्मकं स्थानभ्रंशं लभते, अस्य १८०-वर्षैश्चन्द्रव्याससमितं परिवर्तनं दृश्यते।

केनचं दिशनसंख्याकानां भाना प्रकृता गतिः प्रतिवर्षं विकलैकमिताधिका । सर्वेषां चाक्षुष-
माना सामान्यप्रकृतगतिः प्रतिवर्षं ०.१ विकलामितैव ।

अधो दीयते कतिपयानां प्रसिद्धानां शीघ्रप्रकृतगतिकानां नक्षत्राणां सारिणी ।

प्रमुखशीघ्रगतिकनक्षत्राणां
सारिणी

नाम	नाक्षत्रकोटिः	वर्णच्छत्रीयवर्गः	प्रकृता गतिः
म्यूनिक १५०४०	९.७	M_5	१०″.३
कोर्डोबा VII-२४३	९.२	M_0	८.८
ग्रूमब्रिज १८३०	६.५	G_5	७.०
लेकैए ९३५२	७.४	M_0	६.९
कोर्डोबा ३२४१६	८.३	M_3	६.१
६१ हंस	५.४	K_8	५.२
बुल्फ ३५९	१३.०	M_1	४.८
लल्न्डे २११८५	७.६	M_2	४.८
ε सिन्धु	४.७	K_5	४.७
लल्न्डे २१२५८	८.६	M_2	४.५
O_2 वैतरणी	४.५	G_5	४.१
बुल्फ ४८९	१३.०	—	३.९
प्रोक्सिमा किन्नर	१०.५	M	३.८
μ शर्मिष्ठा	५.३	G_5	३.८
α किन्नर (मित्र)	०.३ १.३	G_0 K_5	३.७
वाशिंगटन ५५८३	९.१	G_5	३.७
५५८४	८.९	G_0	३.७
कोर्डोबा २११९१	६.७	M^{5}	३.५
ε वैतरणी	४.३	G_5	३.२

११.४१२ केन्द्रीया गतिः

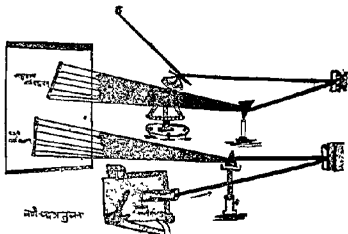
नक्षत्राणां दूरेन्द्रोपसारित्व केन्द्रापसारित्वमपि विद्यते । अचिरात्पूर्वमन्या गोर्गोलाऽ-
रम्भतर्यत्, यतो दूरस्थे गच्छन्ति नक्षत्राणि न दिदृक्षते किमपि चाक्षुषदर्शनम् । अधुना
तु रश्मिविश्लेषयन्त्रेण रश्मिविश्लेषणीयविज्ञानानामसाधारणगत्या वेगं गणना शक्ता ।

निर्धारणपद्धतिः

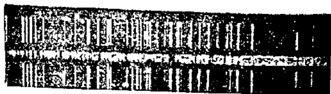
नक्षत्रस्यापसरणेनोपसरणेन वा वर्णच्छत्रे विभिन्नानि परिवर्तनानि दृश्यन्ते । यथा यथा
नक्षत्रं दृश्यरेखया समीपमागच्छति (अर्थात् उपसरति) तथा तथा वर्णच्छत्रे रेखा नील-

लोहितोत्तरं प्रति विचलन्ति; यथा यथा च नक्षत्रं दृक्स्थानेऽस्मद्दूरीभवति (अर्थाद् अपसरति) तथा तथा रेखा उपरक्तं प्रति विचलन्ति। सिद्धान्तोऽयं 'डाप्लर'सिद्धान्तनाम्ना प्रसिद्धः।

एकस्मिन्नेव फोटोफलके इष्टनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं प्रयोगशालीयधातुविशेषस्य वर्णच्छत्रञ्च



गृह्येते (प्रयोगशालीयधातुः प्रायेण 'सोडियम'धातुर्भवति)। पुनः कतिपयमासानन्तरं तस्यैव नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं तेनैव प्रयोगशालीयधातुविशेषवर्णच्छत्रेण सह गृह्यते। सूक्ष्ममापकयन्त्रेण



K, वर्गीयनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रम्

तुलना विधाय रेखाणां विचलनं गण्यते। अस्मिन् फोटोचित्रे रेखा नीललोहितोत्तरं प्रति विचलन्त्यो दृश्यन्ते, अर्थान्नक्षत्रं भुवं प्रत्यागच्छदस्ति।

केन्द्रीयगतिमानम्

केन्द्रीयगतिमानं निम्नलिखितेन सूत्रेण ज्ञायते—

$$\text{केन्द्रीया गतिः} = \frac{\text{तरङ्गदैर्घ्यविचलनम्}}{\text{तरङ्गदैर्घ्यम्}} + \text{प्रकाशवेगः}$$

अर्थात् यदि कस्या अपि रेखायाः ४००० 'एंग्स्ट्राम'मिततरङ्गदैर्घ्यम्, रेखा च नीललोहितोत्तरं प्रति एंग्स्ट्रामैकमितं विचलति, तर्हि केन्द्रीया गतिः

$$= \frac{१}{४०००} \times १८६३०० = ४६.६$$ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डम्।

साधारणतया प्रतिसेकिण्डं केन्द्रीया गतिः २० क्रोशार्धाल्पा, ६० क्रोशार्धाधिका गतिस्तु विरलानां नक्षत्राणाम्।

वार्षिकपरिवर्तनम्

भूः सूर्यं परितः परिभ्रमति, अत एव षण्मासपर्यन्तं सा नक्षत्रस्य समीपं गच्छति, पुनः षण्मासपर्यन्तं नक्षत्राद् दूरीभवति। अत एव नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रे रेखा दोलायन्ते। इदं दोलनं क्रान्तिवृत्तीयनक्षत्राणां वर्णच्छत्रे सर्वाधिकम्,' ध्रुवप्रश्रेणीयनक्षत्राणां न्यूनतमम्', अन्यत्र स्थानानुसारं न्यूनाधिकम्।

२

३

१

वार्षिकपरिवर्तनम्

वर्णच्छत्रे वार्षिकदोलनं पुनः सूर्यप्रदक्षिणाया महत्त्वपूर्णं प्रमाणम्। 'फ्रॉनहोफर'महोदयेन वर्णच्छत्रेषु 'डाप्लर'सिद्धान्तप्रयोगेण भुवः प्रदक्षिणा गतिः १८½ क्रोशार्धमिता निश्चिता। अनेन मानेन च भूसूर्ययोरन्तरं १,२८,७०,००० क्रोशार्धमितं निर्धारितम्।

११.४२ स्वगतिः

नक्षत्राणां मार्गविशेषो वास्तविको गतिः। तस्या एव विश्लेषणोपरान्तं प्रकृता गतिः, केन्द्रीया गतिः, इति भेदौ द्वौ स्तः। अत्र प्रकृतगतेः द्वितीयं रूपं स्वगतिः[1]। प्रकृता गतिः स्थानभ्रंशमनिर्देशेन मापिता भवति, स्वगतिश्च केवलं स्थानभ्रंशमानेन मापयते।

---

1. स्वगतिः = $\frac{१ \times \text{प्रकृता गतिः}}{\text{नाक्षत्रलम्बनम्}}$

एव

$$\text{खगतिः} = \sqrt{(\text{केन्द्रीयगतिः})^2 + (\text{लम्बगतिः})^2}$$

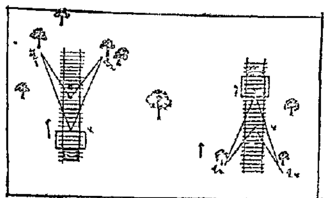
प्रायेण प्रतिसेकिण्ड खगति. पञ्चक्रोशार्धेभ्योऽधिका, विंशतिक्रोशार्धेभ्यश्चाल्पा । उज्ज्वलतमाना नक्षत्राणा मध्ये सर्वाधिका खगतिः ह्यातीनभनस्य ८४ क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डमस्ति ।

१२.४३ सूर्यस्य खगतिः

सूर्योऽप्येकं नक्षत्रम्, अत एव तस्यापि खगतिर्विद्यते, यद्यपि ग्रहाणां दृष्टिकोणेन सोऽचल एव दृश्यते । सूर्यस्य खगतेर्गणना परममहत्त्वपूर्णा ज्योतिर्विद्यायाम्, यतोऽन्येषां नक्षत्राणां खगतिः सूर्यापेक्षयैव गण्यते, सूर्यखगतिगणनाऽभावे तेषां वास्तविकगतिगणनाऽशक्या ।

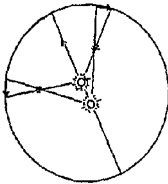
सौरगत्युद्भवा नक्षत्राणां प्रतीयमाना गतिः

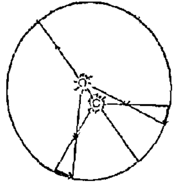
रेल्यानारूढजनेन प्रायोऽनुभूयते यत् सम्मुखदिशायामुभयपार्श्वस्था वृक्षा यथा यथा रेल्यानं तत्समीपतरं भवति तथा तथा बृहत्कोण रचयन्ति, पृष्ठपार्श्वस्थवृक्षा यथा यथा रेल्यानं तेभ्यो दूरं याति तथा तथा न्यूनकोण रचयन्ति (द्रष्टव्यमनत्य चित्रम्) । चित्रे पू-स्थान पूर्वावस्था पच परस्थान द्योतयतः । उपसरता रेल्यानेन ∠वृ$_1$ पू वृ$_2$, ∠वृ$_1$ प वृ$_2$ कोणौ रचितौ, ∠वृ$_1$ प वृ$_2$-कोण. <वृ$_1$ पू वृ$_2$-कोणापेक्षया महीयान् । अपसरता रेल्यानेन रचितयो. कोणयो. ∠वृ$_3$ प वृ$_4$ कोण. ∠वृ$_3$ पू वृ$_4$-कोणापेक्षया लघीयान् । अत एव पार्श्वस्थवृक्षा विभिन्नकोणान् जनयन्तो रेल्यानगतिं प्रमाणीकुर्वन्ति ।



सूर्यस्य गतेरप्येव फलम् । यथा यथा सूर्यस्तेषा भाना समीपं गच्छति तथा तथा सम्मुखस्थानि नक्षत्राण्युन्मीलन्ति, यथा यथा सूर्यस्तेभ्यो दूरं गच्छति तथा तथा पृष्ठस्थानि नक्षत्राणि निमीलन्ति ।

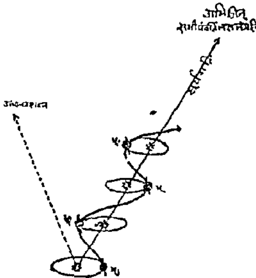
अनेन विधिना त्विदं ज्ञायते यत् सूर्यो बृहदाकाश एकं बिन्दुविशेषं प्रति गच्छन्नस्ति, तं बिन्दुं प्रति सर्वेषां नक्षत्राणामुपसर्पणस्य परमवेगः। तद्बिन्दुविपरीतदिशायामेको द्वितीयः काल्पनिको





सूर्यगतेः नक्षत्राणामुन्मीलनं निमीलनञ्च

बिन्दुः, यतः सर्वेषां नक्षत्राणामपसर्पणस्य परमवेगः। प्रथमो बिन्दुरुपसर्पबिन्दुरुच्यते, द्वितीयोऽ-



ध्रुवः अनन्ताकाशे गतिः

पसर्पबिन्दुः कथ्यते। उपसर्पबिन्दोर्विषुवांशः १८ घं ००' मिन, ३०° मिता क्रान्तिः। म
३०

शौरीनक्षत्रपुञ्जेऽभिजितो दक्षिणपश्चिमदिशाया दशाशमितकोणीयान्तरे स्थितः। सूर्यस्य गतिश्च १२·२ कोशार्धानि[1] प्रतिसेकिण्डम्।

सूर्यगतेर्निर्धारणम्, उपसर्प्यबिन्दोरपसर्प्यबिन्दोश्च निर्णयो 'डाप्लर'सिद्धान्तसाहाय्येन भवति। अभिजित्समीपवर्तिनक्षत्राणि प्रायेण १२ कोशार्धानि प्रतिसेकिण्ड भूपृष्ठदर्शकं प्रत्युप गच्छन्तीव दृश्यन्ते, अपसर्प्यबिन्दुसमीपवर्तिनक्षत्राणि प्राय १२ कोशार्धगत्या प्रतिसेकिण्डमपसरन्तीव दृश्यन्ते, बिन्दुद्वयलम्बवर्तिनक्षत्राणि च स्थिराणीव दृश्यन्ते। अत एव स्वाभाविकी विज्ञानसङ्गता चेयं कल्पना यत् सूर्य एव स्वपरिवारेण सहोपसर्प्यबिन्दुं प्रति गच्छन्नस्ति।

भू सूर्यं परितो भ्रमति, सूर्यश्चोपसर्प्यबिन्दुं प्रति गच्छन्नस्ति, अत एव महाकाशे भुवो वास्तविकगति २३३ पृष्ठस्थद्वितीयचित्रानुसारिणी भवति।

११·५ परिमाणम्

ग्रहाणां परिमाणगणना नातिदुष्करी, यतस्तेषां बिम्बं वेधेन सुविधं ज्ञायते, दूरत्वञ्च गणनया लभ्यते। बिम्बदूरत्वमानाभ्यां परिमाणगणना (वास्तविकव्यासार्धमान = दूरत्व × बिम्बमानज्या) सरला। परं नक्षत्रपरिमाणनिर्धारणमतिदुष्करम्, नक्षत्रबिम्बमानस्याल्पत्वात्। दीर्घतमं समीपतम मपि नक्षत्रं बृहद्दूरदर्शकयन्त्रेणापि न दर्शयति स्वबिम्बम्, केवलं बिन्दुं प्रदर्शयति। तथापि ज्योतिर्गणैरुपायान्तराण्यन्विष्टानि, यै कतिपयानां नक्षत्राणां परिमाणानि लभ्यन्ते।

(१) ग्रहणशीलद्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्र सहचारिनक्षत्रयो. परिमाणगणना सम्भवा। फोटोमीटरयन्त्रेण प्रकाशहानिं प्रमाप्य परिमाणं गण्यते।

(२) यत्र यथार्थचाक्षुषप्रकोटिर्वर्णच्छत्रीयवर्गश्च ज्ञातपूर्वौ, तत्रापि परिमाणगणना सरला। यथार्थचाक्षुषप्रकोटिमानेन पूर्णोज्ज्वल्यं माप्यते। वर्णच्छत्रीयवर्गेण तत्पृष्ठस्य तापक्रमश्च ज्ञायते। पूर्णोज्ज्वल्यञ्च प्रतिवर्गकोशार्धपृष्ठस्य तापक्रमानुपाति, अत एव सम्पूर्णं पृष्ठ ज्ञायते। पृष्ठमानज्ञानेन व्यासो निर्धार्यते। एवं निश्चितानां नक्षत्राणां व्यासा निम्नलिखितसारिण्यां दत्ता —

(सारिणी लघ्वायान्ते संलग्ना)

(३) 'इन्टरफेरोमीटर'नामयन्त्रेणापि परिमाणगणना शक्या। माउण्टविल्सन वेधशालाया शत इञ्चीयदूरदर्शयन्त्रे संलग्नेन २० फुटमितदैर्घ्यवता इन्टरफेरोमीटरयन्त्रेण कतिपयानां नक्षत्राणां परिमाणानि परिमापितानि सन्ति। (अस्य यन्त्रस्य विवरणं दुर्बोधत्वादत्र न दीयते)

११·५१ परिमाणविषयकः श्रेणीक्रमः

परिमाणगणनाया नक्षत्राणां निम्ना विभागा क्रियन्ते—

(१) रक्तदैत्याकाराणि, दैत्याकाराणि च

(२) मुख्यश्रेण्या नक्षत्राणि—सर्वाणि किञ्चिद्दीर्घाणि

—सूर्यसमानि

—सर्वाणि किञ्चिल्लघूनि

(३) श्वेतवामनाकाराणि

---

1. १०,२४,०८० कोशार्धानि प्रतिदिवसम्।

दैत्याकारस्थाणां नक्षत्राणां व्यासोऽतिदीर्घः। सर्वप्रथममेतेषां सर्वाधिकौज्ज्वल्यमवलोक्य 'दैत्याकाराण्येतानि' इति निश्चितं ज्योतिर्विद्भिः, अधुना परीक्षणैस्तेषां यथार्थतो दैत्याकारत्वं निश्चितमस्ति। ज्येष्ठानक्षत्र[1] रक्तवर्णकं विशालतममस्ति। यदि सूर्यो ज्येष्ठानक्षत्रमिव विशालो भवेत्तर्हि भौमभूशुक्रबुधा ग्रहा सूर्यस्योदर एव भवेयु.। रक्तवर्णमार्द्रानक्षत्रमपि पर्याप्तं विशालम्। सूर्यो यदि तद्वद् भवेत्तर्हि वयं सर्वे पृथिवीवासिनस्तस्योदर एव भवेम।

मुख्यश्रेणीकनक्षत्राणि प्रायः सूर्यसमानि परिमाणविषये। नीलवर्णकानि किञ्चित् सूर्याद् दीर्घतराणि, रक्तवर्णकानि च सूर्याल्लघुतराणि।

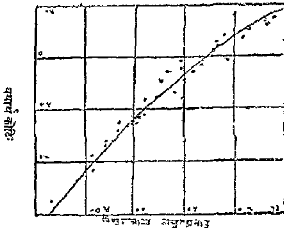
लघुतमानि नक्षत्राणि 'वामनाकाराणि' इति नाम्ना प्रसिद्धानि। एतानि परिमाणे भूसमानि भौमसमानि वा।

११.६ पिण्डमात्रा

कस्यचिदपि नक्षत्रस्य समीपतमवर्तिनक्षत्रस्योपरि गुरुत्वाकर्षणकल्मेरावदस्य यद् नक्षत्र पिण्डमानानयनं प्रायेण दुर्लभमेव। तथाप्याधुनिकतमसिद्धान्तैर्ज्योतिर्विदः कतिपयानां नक्षत्राणां पिण्डमात्रां गणयन्ति।

(१) द्विकनक्षत्रेषु प्रधाननक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्रस्य पिण्डमात्रागणना सरला, यतः पिण्डद्वयस्य गतिनियमजनितविश्लेषणैः पिण्डमात्रा ज्ञातव्या भवति। (द्रष्टव्य' § १२·१८)

(२) यथार्थचाक्षुषकोटि पिण्डमात्रा सम्बन्धो निश्चितोऽस्ति। अतो यदि चाक्षुषकोटिरूपायान्तरेण निर्णीतास्ति तर्हि पिण्डमात्रा ज्ञातव्या भवति। गणितज्ञैर्नैकनक्षत्राणां चाक्षुषकोटीः



1. अस्य नक्षत्रस्य भारतीयज्योतिर्विद्यायां नाम 'ज्येष्ठा' अस्ति। इदं वस्तुतः परिमाणे ज्येष्ठम्। किमिदं केवलं संवादित्वम्।

पिण्डमानाश्च सुष्ठु विश्लेष्य नियमः उपलब्ध एकः। पिण्डमात्रा औज्ज्वल्य रेखाचित्रे यथार्थ चाक्षुषकोटेः पिण्डमानाया लघुगणनाङ्कः प्राप्यते।

११.६१ घनत्वम्

पिण्डमात्रा परिमाणञ्च ज्ञात्वा मध्यमघनत्वमानस्यानयनमतिसरलम्, यतो मध्यमघनत्व $= \frac{\text{पिण्डमात्रा}}{\text{पिण्डघनक्षेत्रम्}}$। अत्रेदमवधारणीय यन्नक्षत्रे घनत्वं सर्वत्र न समम्, केन्द्रसमीपवर्तिभागस्य घनत्वमधिकं केन्द्रदूरवर्तिभागस्य च घनत्व विरलम्।

नक्षत्राणि घनत्वविषयेऽत्यधिकं विषमाणि। ज्येष्ठानक्षत्रस्य घनत्वं न्यूनतममस्ति, तद् वायुघनत्वस्य '०००५ भागमितम्। श्वेतवामनाकाराणाञ्च घनत्वं सर्वाधिकमस्ति। (द्रष्टव्या सारिणीसंख्या ११·८)।

११.६२ तापक्रमः

सुदूरवर्तिना नक्षत्राणामपि तापक्रमनिर्धारणमाधुनिकविज्ञानस्याद्भुत कर्म। सूक्ष्म-परीक्षणैरिदं ज्ञायते यन्नक्षत्राणां वर्णस्तापक्रमाधीनः, अत एव वर्णस्य ज्ञानेन तापक्रमनिर्धारणं सम्भवम्। वर्णस्य ज्ञानं वर्णसूचकेन (§ ११·२३१) भवति। अत एव ज्योतिर्गणकैर्वर्णसूचक तापक्रमसम्बन्धो निर्धारितः। स अधो दीयते—

$$\text{तापक्रमः} = \frac{७२००}{\text{वर्णसूचकम्} + ०·६४}$$

उदाहरणम्—लुब्धकस्य वर्णसूचकं शून्यमितम्, अत एव तस्य तापक्रमः $= \frac{७२००}{·६४} =$ ११,२००°K

एवं शीतलतमाना नक्षत्राणां तापक्रमः १,८०० सेण्टीग्रेडमितः, उष्णतमानाञ्च ५०,००० सेण्टीग्रेडमितोऽस्ति।

वर्णच्छत्र-तापक्रम-सम्बन्धेनापि तापक्रमो माप्यते। सम्बन्धोऽयं सर्वप्रथमं भारतीयज्योति र्गौतिकशास्त्रिणा दिवङ्गतेन मेघनादशाहमहोदयेन खिस्ताब्दे १९२१-तम उद्घोषितः।

११.७ वर्णच्छत्रीयवर्गाः

११·७१ नक्षत्राणां वर्णच्छत्रम्

नक्षत्राणां वर्णच्छत्रमुपायद्वयेन फोटोफलके गृह्यते।

(१) एकस्मिन्नेव फोटोफलके एकनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रं प्रयोगशालीयधातुविशेषस्य च वर्णच्छत्रं गृह्यते (विवरणे § ११·४१२ तमे द्रष्टव्यम्)।

(२) यदि बहूनां नक्षत्राणां वर्णच्छत्राणि परीक्ष्याणि तर्हि एकं महत्त्रिपार्श्वं स्थापयित्वा नक्षत्राणां विरणैः वर्णच्छत्राणि रच्यन्ते।

'हेनरीड्रेपर'महोदयेन खिस्ताब्दे १९२४ तमे एका वर्णच्छत्रसूची प्रकाशिता। अस्यां सूच्यां प्रायः २,२५,३०० नक्षत्राणां वर्णच्छत्रीयवर्गा दत्ताः सन्ति।

११.७२ वर्णच्छत्रीयवर्गाः

वर्णच्छत्राणां विशेषाध्ययनं कृत्वा ज्योतिर्भौतिकशास्त्रिभिः सप्त वर्गा निश्चिताः, तेषां वर्गाणां चिह्नानि O, B, A, F, G, K, M, सन्ति। सूक्ष्मभेदोपलब्धये प्रत्येकं वर्गस्य दशांशाः क्रियन्ते। एवं $g_{५}$ वर्णच्छत्रं $G_{०}$ वर्णच्छत्र $K_{०}$ वर्णच्छत्रमध्ये $K_{०}$ वर्णच्छत्रस्य समीपे वर्तते।

वर्णच्छत्रज्ञानमतिमहत्त्वपूर्णम्। नक्षत्रस्य रासायनिकसंरचना तापक्रमो भौतिकस्थितयो वर्गो विकासश्च वर्णच्छत्रविश्लेषणेनैव ज्ञायन्ते।

वर्णच्छत्रीयवर्गाणां विवरणानि निम्नसारिण्यां दीयन्ते—

वर्णच्छत्रीयवर्गाः	प्रमुखनक्षत्राणि	वर्णः	विवरणानि
O	—		अत्यधिकमुष्णानि। वर्णच्छत्रे आयनीकृतहेलियनम्, आक्सीजनं नाइट्रोजनं दृश्यन्ते
B	रीगेल चित्रा		'हेलीयमरेखाः सर्वाधिकाः $B_{२}$' वर्गीयेषु।
A	लुब्धकः, अभिजित्	नीलः	$A_{०}$ वर्गे हाइड्रोजनरेखाः सर्वाधिकाः।
F	अगस्त्य प्रोक्योनः	—	H K-रेखाः कैल्शियम तत्त्वस्य वर्धन्ते।
G	सूर्यः ब्रह्महृदयः	पीतः	धातूनां रेखाः सर्वाधिकाः।
K	स्वाती रोहिणी	रक्तपीतः	
M[1]	आर्द्रा, ज्येष्ठा	रक्तः	

निम्नलिखितसारिण्यां वर्णच्छत्र-तापक्रमसम्बन्धादयो दीयन्ते—

वर्णच्छत्रीयवर्गः	वर्ण-सूचकम्	ताप-क्रमः	वर्णच्छत्रीय-वर्गः	मुख्यश्रेणीतारकाणाम् वर्णसूचकः	मुख्यश्रेणीतारकाणाम् तापक्रमः	दैत्यतारकाणाम् वर्णसूचकः	दैत्यतारकाणाम् तापक्रमः
$O_{५}$	......	५०,०००°K	$G_{०}$	०.५७	५७६०°K	०.६७	५२००°K
$B_{०}$	-०.३३	२१,०००	$G_{५}$	०.६५	५,४००	०.९२	४,५००
$B_{५}$	-०.१८	१४,०००	$K_{०}$	०.७८	४,९००	१.१२	४,०००
$A_{०}$	०.००	१०,६००	$K_{५}$	०.९८	४,२००	१.५७	३,२००
$A_{५}$	०.२०	८,२००	$M_{०}$	१.४५	३,४००	१.७३	३,०००
$F_{०}$	०.३३	७,१००	$M_{२}$	...	२,८६०	—	२,८००
$F_{५}$	०.४७	६,३००	$M_{८}$	...	....	—	२,०००

१. अधुना N. R. N. S चिह्नप्रदर्शितास्तारा वर्णच्छत्रीयवर्गा अपि सम्मिलिता सन्ति।

सारिणी संख्या ११.८

मुख्यनक्षत्राणां तापक्रमव्यासादीनां सारिणी

नक्षत्राणि	वर्णच्छत्रीय-वर्गः	तापक्रमः (K)	व्यासः (सूर्यस्य = १)	पिण्डमात्रा, (सूर्यस्य = १)	घनत्वम् (सूर्यस्य = १)
दैत्याकारणि	M_2				
ज्येष्ठा	M_1	३,००० K	३९०	१०	०,०००००००२
रोहिणी	K_5	३,२००	७२	४	०,००००१
स्वाती	K_0	४,०००	३०	४	०,०००१
ब्रह्महृदय A	G_0	५,३००	१६	४	०,००१
मुख्यश्रेणीकानि					
B किन्नरः	B_8	११,०००	६	४	०.०२
अभिजित्	A_0	१०,६००	२.६	३	०.२
लुब्धक-A	A_1	१०,६००	१.९	२.४	०.३
श्रवण	A_5	८,२००	१.६	२	०.५
प्रोक्योन	F_5	६,३००	२.३	१.१	०.१
L-किन्नर A	G_0	५,७५०	१.३	१.१	०.५
सूर्यः	G_0	५,७५०	१.०	१.०	१.०
७०-सर्पधरः A	K_0	४,९००	१.०	०.९	०.९
६१-हंस A	K_5	३,९००	०.७	०.५	१.४
क्रूगर-६० A	M_3	३,३००	०.३	०.३	९
श्वेतवामनानि					
लुब्धक-B	F	७,५००	०.०३४	०.९६	२५,०००
०₂ वैतरणी B	A_0	११,०००	०.०१९	०.४४	६४,०००

१२·१२ द्विकभावनिर्धारणम्

द्वयोर्नक्षत्रयोर्मध्ये कियत्कोणीयान्तरं प्राप्ते द्विकभावसंज्ञा जायते, अत्र ज्योतिर्विदां सम्मत्या निर्णयो निम्न.।

लघुगणक (परस्परकोणीयदूरत्व) = २·८ — $\frac{\text{चाक्षुषकोटिः}}{५}$ द्विकभाव प्रसंगेषु दूरदर्शकस्य विरोधिनी शक्तिः प्रयुज्यते, स्थूलदूरदर्शकयन्त्रे तु ते एकमिव दृश्येते। दूरदर्शकस्य विरोधिनी शक्तिश्च मुखतालस्य व्यासाधीना (द्रष्टव्यः § ९·२४)। अधुना यन्त्रपरिष्कारेण फोटोचित्रकल्पना च ०·१ विकलाभागादल्पतर कोणीयान्तरमपि पृथक् क्रियते।'

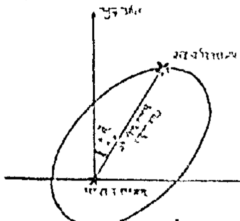
१२·१३ द्विकानां परस्परपरिभ्रमणम्

द्विकनक्षत्रस्य द्वे नक्षत्रे गुरुत्वाकर्षणवशात् परस्परसम्बद्धे वर्तेते। यथा सौरमण्डले सूर्यो दीर्घवृत्तस्यान्यतरनाभौ वर्तते, ग्रहावृत्तानि च दीर्घवृत्ताकाराणि तथैवैकं नक्षत्रमन्यतरनाभौ वर्तते, द्वितीयञ्च 'केप्लर'नियमानुसारं दीर्घवृत्तकक्षायां भ्रमति। परिभ्रमणमिदं सदैव वस्तुतो दीर्घवृत्ताकारं दृश्यते, तथापि दृक्सूत्रभिन्नत्वात् प्रधाननक्षत्रं सदैव नाभौ न दृश्यते।

द्विकनक्षत्रस्य द्वयोरंशयोर्मध्ये यदधिकभास्वरत्वम्, तद् प्रधाननक्षत्रं कथ्यते, द्वितीयञ्च पार्श्वस्थनक्षत्रमुच्यते। द्वयोर्मध्य एकः केन्द्रो स्थितो, यस्मिन्परितो परिभ्रमणो यथा भूचन्द्रौ (द्रष्टव्य § ३११)

१२·१४ द्विकानां परस्परसम्बन्धस्य द सत्ये

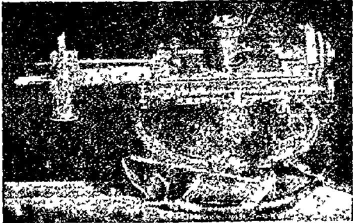
द्विकनक्षत्रस्य द्वयोरंशयो पारस्परिकदूरत्वमस्तु द्वयोर्मध्यकोणीयान्तरं वा वर्तो— स्थानिकयोः कोणीयदूरत्वम्। उभौ 'माइक्रोमीटर'यन्त्रेण मापितुं शक्येते।



स्थानिककोणः ध्रुवप्रधाननक्षत्रप्रोतरेखया प्रधाननक्षत्रसहचारिनक्षत्रप्रोतरेखायोगात्कल्पितः कोण उच्यते । प्रधाननक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्राद् दूरत्वं कोणीयान्तरं (अथवा दूरत्वम्) उच्यते ।

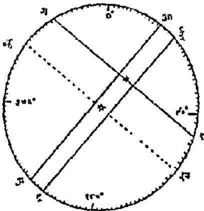
१२·१५ माइक्रोमीटरयन्त्रम्

फिलरमाइक्रोमीटरयन्त्रमेकं वृत्ताकारपटलं यस्य परिधौ कोणांशा भचक्रमिता अङ्किताः ।



माइक्रोमीटरम्

तस्य मध्यकेन्द्रे प्रधाननक्षत्रस्य चिह्नं क्रियते । अ आ इ ई द्वे सूत्ररेखे समानान्तरे चले च । ते



माइक्रोमीटरस्य वृत्ताकारपटलम्

चापितौ नक्षत्रयोः समानान्तरे क्रियेते । अनेन स्थानिककोणः (अ आ–रेखायोग इ ई–रेखा कोणो वा) निर्णीयते ।

पुन क ख एक स्थिरसूत्र प्रधाननक्षत्रबिम्बप्रोतम्, द्वितीय गघ चल सूत्रम्। तद् गघ सूत्रमेव चाल्यते यद् गघ रेखाया सहचारिनक्षत्रस्य प्रतिबिम्ब लभ्यते। अनेन दूरत्व (क ख-गघयोरन्तर) विकलात्मक कोणीयान्तर वा प्राप्यते।

१२.१६ परिक्रमणमार्गनिर्णयः

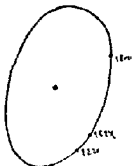
विभिन्नकालेषु द्विकाना फोटोचित्राणि गृह्यन्ते। सहचारिनक्षत्रस्य विभिन्ना स्थानिककोणा,



१९०८ १९१५ १९२०

'क्रूगर'६० द्विकनक्षत्रस्य प्रधान सहचारिनक्षत्रयो परिक्रमणम्

[यर्किज वेधशाला]



विभिन्नकोणीयान्तराण्यङ्कयित्वा तस्य परिक्रमणमार्ग सुस्पष्ट निर्धार्यते। यथा उपरि दर्शितेषु चित्रेषु 'क्रूगर' ६० नक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्रस्य च परिभ्रमणमार्गो निर्धारितोऽत्र चतुर्थचित्रे।

१२.१७ द्विकानां कक्षातत्त्वानि

महतां कक्षातत्त्वानीव द्विकानां कक्षाया सप्त तत्त्वानि। मध्यमदूरत्वं, परिभ्रमणकाल, [illegible], उत्केन्द्रिता, परि[illegible] स्थानिककोणौ, [illegible] कोणीय[illegible]नत्वम्, [illegible] सप्त तत्त्वानि। [illegible] निर्धारणं [illegible] यद्यपि [illegible] बहवो वेधा क्रियन्ते।

प्राय शताधिकद्विकानां कक्षा निर्धारिता सन्ति। स्फुटतम परिभ्रमणकाल ४.५६ वर्षाणि। [illegible] वर्षाणि लभ्यते। उत्केन्द्रता मध्यम मान प्राय ०.५ मितम्।

१२.१८ द्विकानां पिण्डमात्रा

द्विकानां पिण्डमात्रानिर्धारणं न दुष्करम्, यत [illegible] प्राप्य पिण्डमात्रानिर्धारणं सुकरम्।

$$\text{द्विकस्य द्वयोर्पिण्डयो [illegible]} = \frac{(\text{[illegible]})^3}{(\text{[illegible]})^3 \times (\text{[illegible]})^2}$$

१२·१९ उदाहरणानि

मित्रम्—समीपतमं नक्षत्रमिदं सर्वप्रथमं द्विकभाव प्रादर्शयत्। सहचारिनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्रादल्पतमदूरत्वं सूर्यशनिदूरत्वसमम्। क्याल्स्टर्नक्षत्रमेकं परिचितं द्विकनक्षत्रम्, अस्य परिक्रमणकालः ३८० वर्षाणि। लुब्धकस्यापि सहचारिनक्षत्र वर्तत इति वेधात् पूर्वं गणितेनैव 'बेसेल'-महोदयेन १८३४-समे खिस्ताब्दे विज्ञापितम्। प्रश्वानक्षत्रस्यापि सहचारिनक्षत्रं तेनैव महोदयेन सर्वप्रथमं गणितपद्धत्या ह्याविष्कृतम्। अधुना तु प्रधाननक्षत्रगतिविकारमुपलभ्य नैकसहचारिनक्षत्राणामुपस्थितिर्गणितेन सूचिता, यद्यपि तान्यदृश्यान्येव वर्तन्ते।

१२·१९१ कक्षातत्त्वानि प्रमुखद्विकानाम्

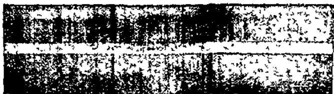
निम्नसारिण्या प्रमुखद्विकानां कक्षातत्त्वानि दीयन्ते—

नाम	चाक्षुषकोटिः		परिक्रमण-कालः (वर्षाणि)	मध्यम-कर्णः	उत्केन्द्रिता	लम्बनम्	सम्मिलित पिण्डमात्रा (सूर्य १)
BD−8° ४३५२	९·९	१०·०	१·७	०″·१८	—	०″·१४८	०·७
8 अश्वकः	५·३	५ ४	५·७	०·२७	०·३१	०″·०६६	२·१
४२ केशः	५·२	५·२	२५·९	०·६६	०·५२	०″·०५८	२·२
प्रश्वा	०·५	१३·५	४०·२	४·२६	०·३१	०″·२९४	१.९
'क्रूग' ६०	९·३	१०·८	४४·५	२·३६	०·४१	०″·२५७	०·४
लुब्धकम्	−१·६	८·४	४९·९	७·६२	०·५९	०″·३७८	३·३
मित्रम्	०·३	१·७	८०·१	१७·६६	०·५२	०″·७४८	२·१
'क्यास्टर'	२·०	२·८	३८०·	५·८४	०·३७	०′·०७४	३·४

१२.२ वर्णच्छत्रीयद्विकानि

२५००० चाक्षुषद्विकेभ्यो व्यतिरिक्तानि सन्ति बहूनि द्विकानि यानि दूरदर्शकयन्त्रेणापि गोचरत्वातीतानि। ईदृशानां द्विकानां द्विकभावस्तेषां वर्णच्छत्रेणावगम्यते, ग्रहणशीलद्विकानाञ्च ग्रहणशीलत्वेन सूच्यते। (ग्रहणशीलद्विकानि विकारिनक्षत्राणां मध्ये कीर्तितानि, द्रष्टव्यः § १२.५५)।

यदि द्वे नक्षत्रे चाक्षुषद्वितय तर्हि तयोर्वर्णच्छत्रं सममेव। प्रथमनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखा

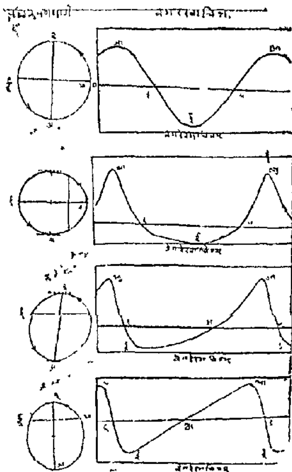


वसिष्ठस्य वर्णच्छत्रम् [यर्किज वेधशाला]

द्वितीयनक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखासु सन्निपत्यैकमेव (एकस्य नक्षत्रस्येव) वर्णच्छत्रं जनयन्ति। परन्तु यदि ते द्वे नक्षत्रे द्विक तर्हि तयोरेकं द्वितीयमभितो भ्रमति, भ्रमणगतित्वात्तयोर्वर्णच्छत्रीय-रेखा स्त्वोपद् विचलिता दृश्यन्ते। भुवं प्रत्यागच्छतो नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रीयरेखा नीललोहितोत्तर प्रति विचलन्ति; भुवो दूरं गच्छतो रेखा उपरक्त प्रति विचलन्ति। एवं प्रत्यक्षरूपेणैवस्य नक्षत्रस्य वर्णच्छत्रे जनितानि रेखाविचलनानि द्विकभाव प्रकटयन्ति। अधो वसिष्ठनक्षत्रस्य वर्णच्छत्र दीयते। वसिष्ठस्य सहचारिनक्षत्रमरुन्धतीनाम्ना संस्कृतशास्त्रेषु प्रसिद्धम्। परन्तु वसिष्ठ द्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्र स्वयमेकं वर्णच्छत्रीयद्विकम्। अत्र प्रधाननक्षत्रस्य वर्णच्छत्र दीयते। वर्णच्छत्रे रेखाणा विचलनेन वर्णच्छत्रीयद्विकत्व सूच्यते।

१२·२१ वेगरेखाचित्रम्

डाप्लर-सिद्धान्तेन नक्षत्रस्य केन्द्रीयगतिवेगो निश्चीयते। केन्द्रीयवेगमानानि रेखाचित्रे



विभिन्नमार्गेषु खलु विभिन्नानि वेगरेखाचित्राणि लभ्यन्ते। अत एव वेगरेखाचित्रमालिख्य परिभ्रमणमार्गस्य निश्चयः क्रियते।

यथालिख्यन्ते तर्हि परिक्रमणमार्गानुसारं विभिन्नानि रेखाचित्राणि प्राप्यन्ते। एवं वेगरेखाचित्र-परिक्रमणमार्गयोरन्वयं विज्ञाय वेगरेखाचित्रेण परिक्रमणमार्गो निश्चीयते। द्विकानां वेगरेखाचित्रे सरलतया वर्णच्छत्रीयरेखाविचलनेभ्यो ज्ञायते, अत एव तेषां परिक्रमणमार्गा अपि सरलतया निर्धार्यन्ते। २४४ पृष्ठे दत्तानि चत्वारि वेगरेखाचित्राणि सपरिक्रमणमार्गाणि।

निम्नचित्रे विनानक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्रस्य सहचारिनक्षत्रस्य च वर्णच्छत्रोपलब्धकेन्द्रीय-वेगरेखाचित्रं दत्तम्। अनेन तयोः परिक्रमणमार्गौ प्रायो वर्तुलाकारावुपलभ्येते (वर्तुलाकारत्वम् उपरि दत्तप्रथमचित्रेण तुल्ना विधाय लभ्यते)।

चित्र- १२.१२ [illegible]

१२.२२ उदाहरणानि

द्विकनक्षत्रेषु सर्वप्रथमं वशिष्ठ एव ज्ञात आसीत्। अनन्तरञ्च तत्र वर्णच्छत्रीयद्विकभावोऽपि सर्वप्रथमं ज्ञातः, मत्स्यहृदयान्तर्नक्षत्रं चित्रा क्रमशः स्वात्यादिनक्षत्राण्यपि वर्णच्छत्रीयद्विकानि सन्ति।

१२.२३ द्विकानामुत्पत्तिः

विराड्भक्तमिदं मतं यद्भ्रमणस्यातिजवात् सहचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्राद् निस्सरति। तथापि वर्णनीयमिदम्, बहुभिर्विद्वद्भिरपरोऽनुमतम्। किमपि नक्षत्रं यदा प्रथमं विस्तीर्णभ्रमणार्थं मन्दं गुरुत्वाकर्षणेन स्वकेन्द्रं प्रति संकोच्यते। सङ्कोचनाद्भ्रमणे तीव्रतागत्यपि, कुत्रभ्रमण-वेगेन विषुवभागा बहिर्निर्गता भवन्ति। यथा यथा भ्रमणमतितीव्रं भवेत् तथा तथा विषुव-भागा अधिकाधिकं दीर्घा बहिर्निर्गता भवन्ति। अन्ते मध्यभागं त्रुट्यतः, सम्पूर्णं सह-चारिनक्षत्ररूपं धारयन्ति।

अधुना तु नवमतं विरुद्धोऽभिप्रायो द्विकानामुत्पत्तिविषये उपलभ्यते।

१२.३ त्रिकाणि

द्विकानां नक्षत्राणां कतिपयानि वस्तुतस्त्रिकाणि। तत्र त्रीणि नक्षत्राणि भौतिकरूपेण सम्बद्धानि सन्ति। 'क्यास्टर'नक्षत्रं चाक्षुषद्विकम्। तस्य द्वयोर्नक्षत्रयोरन्तरं ६-विकलामितम्, परन्तु तस्मात् ७३ विकला दूरत्वे विद्यते, एकं नवमकोटिकं नक्षत्रं यस्य प्रकृता गतिः 'क्यास्टर'-गतिसमा। अस्य परिक्रमणकालः १०,००० वर्षाणि। इदमपि 'क्यास्टर'नक्षत्रेण भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धमित्यनुमीयते। एवमत्र त्रिकं प्राप्यते। भ्रुवनक्षत्रमपि त्रिकमस्ति। केन्द्रीयगतिविकाराद् प्रथमं तस्य रेखाच्छत्रीयसहचारिनक्षत्रं प्राप्तम्, तस्य परिक्रमणकालश्च ४-दिनमितः। तथापि तस्य भ्रुवस्य केन्द्रीयगतौ विक्षेपो दृश्यते, अत एवानुमीयते तृतीयस्य नक्षत्रस्यादृश्यरूपस्योपस्थितिर्येन स्थानच्युतिरिव क्रियते।

१२.४ बहुकानि

यथा त्रिकेषु त्रीणि नक्षत्राणि भौतिकरूपेण सम्बद्धानि लभ्यन्ते तथैव बहुकानि दृश्यन्ते, यत्र बहूनि नक्षत्राणि भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धानि। वर्णच्छत्रपरीक्षणेनानेकानि नक्षत्राणि वर्णच्छत्रीय-द्विकानि सिद्धानि यानि पूर्वमेकाकीनि मतानि। उपरि कथितं यत् क्यास्टरनक्षत्रमेकं त्रिकमस्ति, परन्तु सर्वाणि त्रीणि वर्णच्छत्रीयाणि द्विकानि (तृतीयमतिधूमिलनक्षत्रमपि वर्णच्छत्रीयद्विकम्!) एवं नेत्राभ्यामेकाकि क्यास्टरनक्षत्रं षट्कं यत्र षट् नक्षत्राणि परस्परगुरुत्वाकर्षणसम्बन्धेन सम्बद्धानि लभ्यन्ते।

वस्तुतोऽनन्ताकाशे चैकाकिनक्षत्रस्य (सूर्यस्येव) उपलब्धिः प्रायो दुर्लभा। अधिकतरन्तु नक्षत्राणि द्विकानि त्रिकाणि बहुकानि वा लभ्यन्ते।

१२.५ विकारिनक्षत्राणि

सूर्यस्य गुणैरेवान्येषां नक्षत्राणां गुणाः प्रायोऽनुमीयन्ते, यतः सूर्योऽस्माकं सर्वाधिकपरिचितं नक्षत्रम्, परन्त्वनुमानमिदं न सर्वथा सत्यम्। दृश्यन्ते यदा कदाप्यत्रापवादाः। एकोऽपवादः सूर्यस्य प्रकाशस्यैकरूपत्वे लभ्यते। सूर्यः सदैवैकरूपेण (सर्वदा समानमात्रया) प्रकाशं तापञ्च विकिरतीति सार्वकालिकोऽनुभवोऽस्माकम्। परन्तु विद्यन्ते नैकानि नक्षत्राणि येषां प्रकाशतापविकिरणविषये वर्तते विकारिभावः। कस्मिंश्चिद्दिने चातिधूमिलानि, कस्मिंश्चिच्च दिने तान्यति-भासुराणि दृश्यन्ते। कतिपयानान्तु सर्वाधिकौज्ज्वल्यकाले सर्वाल्पौज्ज्वल्यकालापेक्षया बहुगुणित-भास्वरत्वम्। एतादृशानि प्रकाशविकारित्वाद् विकारिनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते।

१२.५१ विकारिनक्षत्राणां भेदाः

विकारिनक्षत्राणां विकारहेतुमूलास्त्रयो भेदाः—

(१) स्फुरणशीलानि—अत्र स्फुरणात्तेषां भास्वरत्वे विकारो जायते।

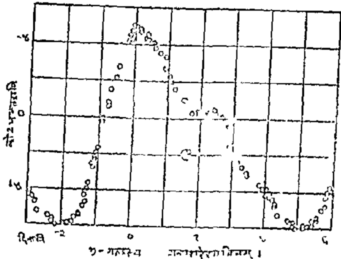
(२) विस्फोटशीलानि—एतेषु प्रायेण विस्फोटा भवन्ति, विस्फोटेन तेषां भास्वरत्वं विकारं लभते।

(३) ग्रहणशीलानि—द्विकनक्षत्रे यदि नक्षत्रयोः परिक्रमणतलमस्माकं दृष्टिपथस्य लम्बरूपेण विद्यते, तर्हि काले काले एकं नक्षत्रमपरस्य सम्मुखमायाति, आच्छादनञ्चास्य भास्वरत्वं

क्षीणतां भजते यथा सूर्यग्रहणे सूर्यस्य भास्वरत्वम्, चन्द्रस्य सम्मुखागतत्वात्। एतानि द्विकानि ग्रहणशीलानि कथ्यन्ते।

१२.५२ प्रकाश-रेखाचित्रम्

विकारिनक्षत्राणां भास्वरत्वं क्षीयते वर्धते च, अत एवाध्ययनसौकर्यार्थं प्रकाशरेखाचित्राण्यालिख्यन्ते। प्रकाशरेखाचित्रस्यैकस्मिन्नक्षे दिनान्यङ्क्यन्ते, द्वितीयेऽक्षे च नक्षत्रकोट्यां जातानि परिवर्तनान्यङ्क्यन्ते। निम्नतमाद् बिन्दोः पुनर्निम्नतमबिन्दुपर्यन्तं कालावधिः (द्वयोर्निम्नतमभास्वरत्वकालयोर्मध्यवर्ती कालः) स्पन्दनक्रमावृत्तिकाल उच्यते। उपरि दत्ते प्रकाशरेखाचित्र आवृत्तिकालः सप्तदिनमितः।[1]



७- नक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम्।

१२.५३ स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणि

१२.५३१ भेदाः

स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणां चत्वारो भेदा दृश्यन्ते—

(अ) सार्वपर्वविकारिनक्षत्राणि।
(आ) अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि।
(इ) दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि।
(ई) अनियमितविकारिनक्षत्राणि।

---

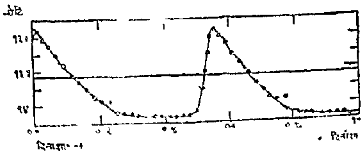
1. विकारिनक्षत्राणां प्रकाशमात्रा फोटोविद्युद्यन्त्रेण माप्यते। इदं 'फोटोमीटर' नामकं यन्त्रमीदृशं गृह्णाति यत् नक्षत्रोत्सार्यमाणं किरणानां पुञ्जस्य दीर्घतिर्यक्प्रकाशमात्रानुमानेन यथार्थतया मीयते। एवं यन्त्रेण च ... (...) नक्षत्रस्य भास्वरत्वं गण्यते।

१२·५३२ वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि

येषां विकारिनक्षत्राणामावृत्तिकालः ४५-दिवसेभ्योऽल्पः,तानि वार्षपर्वनक्षत्राणि प्रोच्यन्ते । 8-वृषपर्वनभनामस्य भेदस्य प्रमुखमुदाहरणम् । अत एव तस्य व्यपदेशेनैतानि निर्दिश्यन्ते । अत्र दृश्येते द्वौ भेदौ—आकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वाणि, गोलस्तबकीयवार्षपर्वाणि च ।

आकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वाणि—सामान्यवार्षपर्वनाम्नापि प्रसिद्धानि । एतानि प्रायेणा काशगङ्गायाः सामीप्यं भजन्ते, आवृत्तिकालश्चैषां प्रायः पञ्चदिनमितः । अल्पतमभास्वरत्वकाले नक्षत्राणीपद्रक्तवर्णकानि । उपरि §१२.५२ तमे दत्तं प्रकाशरेखाचित्रमेकस्याकाशगङ्गाविषयकवार्षपर्वस्यास्ति । एतानि महाकाशे विरलानि, प्रायो द्वादशसंख्याकान्येव चक्षुर्ग्राह्याणि सन्ति । अस्माकं ध्रुवनक्षत्रमपीदंप्रकारकमेकं नक्षत्रम् ।

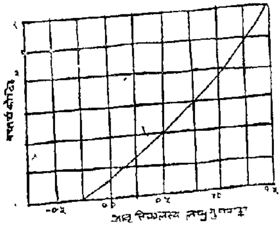
गोलस्तबकीयवार्षपर्वाणि सर्वप्रथमं गोलस्तबकेष्वदृश्यन्त । एषामावृत्तिकालश्च प्रायोऽर्धदिनमितः । अल्पतम आवृत्तिकाल एका होरा, दीर्घतम आवृत्तिकालश्चैकं दिनम् । एषां भास्वरत्वविकारः किञ्चिदस्थिरः । महत्तमभास्वरत्वकाले द्रुतगत्या, अल्पतमभास्वरत्वकाले च मन्दगत्या विकारो भवति । एतानि सर्वाण्यतिधूमिलानि नक्षत्राणि, केवलं दूरदर्शकयन्त्रेण प्रेक्षणीयतां भजन्ते । प्रायः सर्वाणि वर्णच्छत्रीये A वर्गे समाविशन्ति । अथ एकस्य गोलस्तबकीयवार्षपर्वस्य प्रकाशरेखाचित्रं दत्तम् । तत्रावृत्तिकालः प्रायः १५ घटिकामितः ।



गोलस्तबकीयवार्षपर्वस्य प्रकाशरेखाचित्रम् ।

वर्णच्छत्रम्—वर्णच्छत्रीयरेखेऽपि भास्वरत्वविकारेण सह विकारो दृश्यते । तत्रस्थो महत्तमभास्वरत्वकाले महत्तमः, अल्पतमभास्वरत्वकाले चाल्पतमः । वर्णच्छत्रे रेखा दोलायन्ते ।

महत्त्वम्—दूरत्व-निर्धारणे वार्षपर्वनक्षत्राणि महत्त्वपूर्णानि । सर्वप्रथमं 'शेपली' महोदयेन १९१७ तमे खिस्ताब्दे आवृत्तिकाल-यथार्थभास्वरत्व - सम्बन्धो निर्धारितः । आवृत्ति-काल यथार्थभास्वरत्व रेखा-चित्रेण आवृत्तिकालेन यथार्थभास्वरत्वकोटिरनुमीयते (रेखाचित्रमत्रत्यं द्रष्टव्यम्)। यथार्थभास्वरत्वकोटिं प्राप्य फोटोविषयकप्रतीयमानकोटिवेधेन लभ्यते । ततो निम्नसूत्रेण पारसेकमानेन दूरत्वं गण्यते



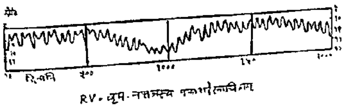
आवृत्तिकाल-यथार्थभास्वरत्व रेखाचित्रम्

$$\text{लघुगणक (दूरत्व)} = \frac{\text{प्रतीयमानकोटिः—यथार्थकोटिः} + ५}{५}$$

एवं वार्षपर्वाणामुपस्थितिः सुदूरवर्तिनक्षत्रसमूहस्य दूरत्वं लम्बनगणनां विना प्रकटयति ।

१२·५३३ अर्धनियमितचिकारिनक्षत्राणि

सन्ति प्रायः २९-संख्याकनक्षत्राणि यानि वार्षपर्वदीर्घकालिकरक्तनक्षत्रयोर्मध्यवर्तीनि ।

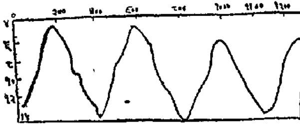


RV-वृष-नक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम्

RV-वृषनक्षत्रमेकमस्य भेदस्योदाहरणम् (तस्य रेखाचित्रमुपरि दत्तम्) एतानि वार्षपर्वनक्षत्र-वदल्पतमभास्वरत्वकाले किञ्चिद् रक्तवर्णकानि भवन्ति । एषां वर्णच्छत्रीयवर्गः 'K' अस्ति ।

१२.५३४ दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि

प्रायेण रक्तदैत्याकाराणि महादैत्याकाराणि च नक्षत्राणि दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि। एषामावृत्तिकालः कतिपयमासेभ्यो वर्षद्वयपर्यन्तं दृश्यते। प्रायेणावृत्तिकालः २७५ दिनमितो लभ्यते। भास्वरत्वपरिवर्तनं पर्याप्तम्, कदाचिद् दशकोट्यन्तरमपि दृश्यते, अर्थादेकस्मिन्नावृत्तिकाले यदि महत्तमभास्वरत्वकोटिः षट् तर्हि अल्पतमभास्वरत्वकोटिः षोडश भवति।



५-हंसनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्रम्

उपरि ५ हंसनक्षत्रस्य प्रकाश-रेखाचित्रं दत्तम्। 'माइरा'नामकं नक्षत्रमपि भेदस्यास्य प्रसिद्धमुदाहरणम्। अस्य प्रकाशपरिवर्तनं गतत्रिशतकेभ्यो गणितमासीद् ज्योतिर्विद्भिः। महत्तमभास्वरत्वकाले नक्षत्रमिदं द्वितीयकोटिकं सुस्पष्टं चाक्षुषनक्षत्रं भवति, परन्तु मन्दतमभास्वरत्वकाले दशमकोटिकं (केवल दूरदर्शकेन ग्राह्य) नक्षत्रं भवति। अस्यावृत्तिकालश्च ३३० दिनमितः। महत्तमभास्वरत्वकाले वर्णच्छत्रीयो वर्गः M_1 तापक्रमश्च २६०० सेण्टीग्रेडमितः, अल्पतमभास्वरत्वकाले च वर्णच्छत्रीयो वर्गः M_6 तापक्रमश्च १९०० सेण्टीग्रेडमितो भवति।

१२.५३५ अनियतकालिकविकारिनक्षत्राणि

सन्ति कतिपयानि नक्षत्राणि येषां विकारोऽनियतकालिकः। एषां भास्वरत्वपरिवर्तनमत्यन्तन्यूनं सूक्ष्मयन्त्रैरेव मापनीयम्, अन्यथा तानि विकारशून्यानीव दृश्यन्ते। आर्द्रानक्षत्रमस्य भेदस्योदाहरणम्। अस्य महत्तमभास्वरत्वकालीनकोटिरल्पतमभास्वरत्वकालीनकोटेः १.२ मिताधिका।

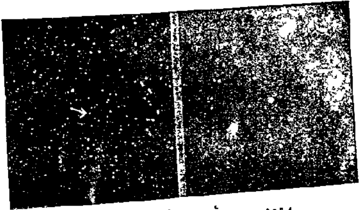
१२.५३६ स्फुरणस्य कारणम्

अत्र 'शेपली'महोदयस्य मतं प्रायः सर्वसम्मतं वर्तते। तस्य मतेन स्फुरणशीलानि नक्षत्राणि वाष्पमयान्येव। तेषु हृदयस्फुरणमिव स्फुरणं भवति। स्फुरणात्तेषां परिमाणं दृश्यमितं पथ्यदशमतिरानं वा वर्धते हीयते च। तथ्यमिदं वर्णच्छत्रविश्लेषणेनापि समर्थ्यते। यथा यथा नक्षत्रस्य परिमाणं वर्धते तथा तथा तस्य भास्वरत्वं वर्धते, वर्णच्छत्रे रेखाश्चोपरक्तान्त्यो दृश्यन्ते। यथा यथा च परिमाणं हीयते, तथा तथा तस्य भास्वरत्वं हीयते, वर्धते, वर्णच्छत्रे च रेखा अपरक्तान्त्यो दृश्यन्ते। 'एडिङ्गटन'महोदयेन गणितेन साधितं यत् परिमाणवृद्धेः परिमाणह्रासेश्च दोलकवत् प्रक्रिया जायते, अनेन प्रकाशरेखाचित्रे त्वावृत्तिकालः प्रायः स्थिरो भवति।

१२.५४ विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि

विद्यन्ते कानिचन नक्षत्राणि यानि वस्तुतोऽतिधूमिलानि, परन्त्वकस्मादेवातितीव्रभास्वराणि काले काले भवन्ति, ततश्च शनैः शनैर्मन्दभास्वरत्वमधिगम्य यथापूर्वं धूमिलत्वं गच्छन्ति। तानि

आग्लभाषाया 'नोवा'नक्षत्राणि कथ्यन्ते। अत्र च 'नव्य'नाम्नोच्यन्ते। एतेषां वैभवमौज्ज्वल्यञ्च क्षणिके एव।



१९०५ १९१८

नव्य गरुड-नक्षत्रस्य भास्वरत्वम् ['यर्किज'-वेधशाला]

१२.५४१ नामकरणम्

प्रथम 'नोवा'शब्दो लिख्यते, तत्पश्चात्तस्य नक्षत्रमण्डलस्य नाम स्थाप्यते यत्र स्थित तद् दृष्टम्, तत्पश्चात्तस्य विस्फोटवर्षं दीयते। यथा 'नोवा' इस १९४२नक्षत्रं सर्वप्रथम इस नक्षत्रमण्डले १०४२ तमे ख्रिस्ताब्दे उपलब्धमासीत्।

१२.५४२ ऐतिहासिकनव्यनक्षत्राणि

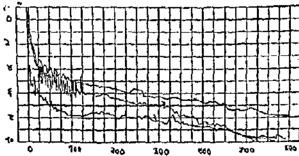
'टाइको ब्रेही'महोदयेन १५७२ तमे ख्रिस्ताब्दे एकं नव्यनक्षत्रं दृष्टं यद् दिवाऽपि दृष्टिगोचरत्वमभजत। परन्तु तत् किञ्चित् कालानन्तरं पुनर्धूमिलमभवत्। 'केप्लर'महोदयश्च १६०४ तमे ख्रिस्ताब्दे भुजङ्गनक्षत्रमण्डले नक्षत्रमेकं दृष्टवान् यद् गुरुवद् औज्ज्वल्य १८ मासान् अभजत। अधुना तु प्रायः शतसंख्याकान्याकाशगङ्गाया नव्यनक्षत्राणि प्राप्तानि, एषां मध्ये सप्त नक्षत्राणि प्रथमकोटिकानि सन्ति।

विंशतितमे ख्रिस्तीयशतके उपलब्धानि नव्यानि निम्नानि—

नाम	कोटि
नव्य-ययाति-१९०१	+०.१ ब्रह्महृदयवत्
नव्य-गरुड-१९१८	−१.४ लुब्धकवत्
नव्य-हंस-१९२०	+१.८ ध्रुववत्
नव्य-चित्रफलक-१९२५	+१.२ चित्रावत्
नव्य-शौरी-१९३४	+१.५ 'डेनेब'वत्
नव्य-नौपृष्ठम्-१९४२	+०.३१ 'रिगेल'वत्

१२·५४३ प्रकाशपरिवर्तनम्

विस्फोटकालस्याचिरात्पूर्वं नक्षत्रमतिधूमिलं वर्तते, परन्तु विस्फोटकाले झटित्यतितीव्रभास्वरत्वं प्राप्नोति । ततः शनैः शनैर्भास्वरत्वमल्पीभवति, अन्ततश्च नक्षत्रं पूर्ववत् स्थायिधूमिलत्वं याति । निम्नचित्रेणेदं स्पष्टीभविष्यति ।



['नव्य-गरुड-१९१८, नव्य-ययाति-१९०१, नव्य-मिथुन १९१२' इत्याख्यानां नक्षत्राणां प्रकाशरेखाचित्राणि]

१२·५४४ विस्फोटकारणम्

विस्फोटशालिविकारिनक्षत्रं मुख्यश्रेणिनक्षत्रापेक्षया लघुतरम्, घनतरञ्च श्वेतनक्षत्रम् । नक्षत्रमध्यवर्तिवाष्पस्तरमाद् मुच्यते, नक्षत्रस्य प्रकाशमण्डलं वर्धते, अन्तःशक्तिश्च बहिर्निस्सरति । अस्यां प्रक्रियायां भास्वरत्वमत्यधिकं वर्धते । शक्तिविकिरणातिरेकाद् विस्फोटो भवति, विस्फोटानन्तरं नक्षत्रपरिमाणं हीयते, परन्तु बहिर्गतानि वाष्पाणि शीघ्रं मण्डलाकारं प्राप्य नक्षत्रं परिवेष्टन्ते ।



जुलाई २०, १९२२ — सितम्बर ३, १९२६,

नव्यगरुड १९१८-स्य परिवेष्टनम् — ['विल्सन'-वेधशाला]

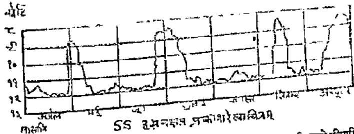
बाष्पपरिवेष्टनमिदमन्ततो विरलत्वं भजमानं महाकाशे विलीयते । नक्षत्रञ्च न केवलं पुनः श्वेतनक्षत्रं भवति, किञ्चिद् विस्तारहानिमपि लभते । कदाचिदिदं परिवेष्टनं शनैः शनैर्विस्तीर्णं भवति, दूरदर्शकयन्त्रेण च दर्शनीयतां भजते । नव्य–पारड–१९१८नक्षत्रस्य परिवेष्टनं गोलकारमासीत् । इदं विस्फोटकालात् चतुर्मासानन्तरं सर्वप्रथमं दृश्यमभवत्, ततः प्रतिवर्षं तस्य व्यासार्धो विकलैकमितां वृद्धिमलभत (द्रष्टव्यं २५२ पृष्ठस्थं फोटोचित्रम्), १९४० तमे खिस्ताब्दे च नक्षत्रस्य व्यासो दशसहस्रज्योतिःप्रमाणकमितोऽभवत् ।

१२·५४५ वर्णच्छत्रम्

विस्फोट एवात्र विकारस्य प्रमुखकारणमिति 'डाप्लर'-सिद्धान्तगणितैर्वर्णच्छत्रीयरेखाविचलनैरपि सिध्यति । यदा नक्षत्रं वर्धते तद्बाष्पाण्यस्मान् प्रत्युपसर्पन्ति, रेखाश्च नीललोहितोत्तरं प्रति विचलन्त्यो दृश्यन्ते । बाष्पाणि प्रतिहोरं शतसहस्रक्रोशार्धगत्याऽपि वर्धन्ते । अस्यां बाष्पवृद्धिप्रक्रियायां कदाचित् सन्ति नैकाः कोषा ये चैकैकशो भिद्यन्ते । नव्य हंस-१९२०नक्षत्रे पञ्च कोषा आसन्, ते सर्वे ५०० क्रोशार्धानि प्रतिसेकिण्डं विस्फुटिताः ।

१२·५४६ नव्याभासनक्षत्राणि प्रत्यावर्तिनव्यानि च

नव्यनक्षत्राणां विस्फोट एकदैव भवति, परन्तु सन्ति कतिपयानि नक्षत्राणि येषां वावारः पञ्च वा विस्फोटा दृष्टाः सन्ति । एषामावृत्तयो कालक्रमेण विरलविरलतरा भवन्ति । T-वृश्चिक नक्षत्रस्य १८६३ तमे, १९०६-तमे, १९३६ तमे च खिस्ताब्दे विस्फोटा अभवन् । एतानि नक्षत्राणि प्रत्यावर्तिनव्यानि प्रोच्यन्ते । एतानि धूमिलत्वमपि क्षिप्रं लभन्ते, अत एव नव्यनक्षत्रेभ्यो भिन्नानि मन्यन्ते ।



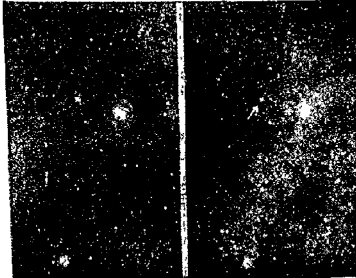
SS हंसनक्षत्र प्रकाशरेखाचित्रम्

कतिपयानां नक्षत्राणां विस्फोटा बहुशो भवन्ति । विस्फोटनामावृत्तिकालोऽनियमितः, अर्थात् कदाचिदल्पः कदाचिद्दीर्घः, तथापि दशवर्षेषु प्रत्येकं नक्षत्रस्यावृत्तीनां संख्या समैव । एतानि नव्याभासनक्षत्राणि कथ्यन्ते । SS-हंस नक्षत्रमस्यैवमुदाहरणम् । अस्य नाक्षत्रकोटिः सामान्यतया १२-मितास्ति, परन्तु विस्फोटकाले स्थिरं नव मिता भवति । नव्याभासनक्षत्राणि प्रत्यावर्तिनव्यानि च समगुणकान्येव ।

१२.५५ ग्रहणशीलविकारिनक्षत्राणि

द्विकानामेव ग्रहणं सम्भवम् । यदि किमपि वर्णच्छत्रीयद्विकमेवं यद् द्वयोर्नक्षत्रयोः परिक्रमणतलमस्माकं दृक्सूत्रस्य लम्बरूपेण वर्तते, तर्हि तयोरेकं द्वितीयस्य सम्मुखं काले काले आगत्य

पश्चवर्तिनः प्रकाशमयकणाद्धि। प्रकाशावरोधनाद् भास्वरत्वहानिर्जायते। यतो द्विकमिदं पर्णच्छत्रीयम्, एते द्वे नक्षत्रे तीक्ष्णदूरदर्शकेनाप्येकं नक्षत्रमिवाभातः, ग्रहणजनितप्रकाशहानिः प्रतीयमानस्यैकस्य नक्षत्रस्य भास्वरत्वहानिः कथ्यते, द्विकनक्षत्रस्य च विकारिनक्षत्रमध्ये गणना क्रियते।



S-रथी नक्षत्रस्य ग्रहणशीलविकारित्वम्
['हार्वर्ड' वेधशाला]

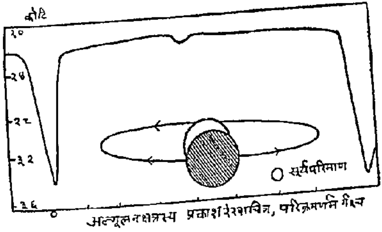
१२·५५१ उदाहरणम्

'अल्गूल'[1] नक्षत्रं ग्रहणशीलनक्षत्रस्य प्रसिद्धमुदाहरणम्। अस्य ग्रहणशीलत्वं सर्वप्रथमं १७८३-तमे खिस्ताब्दे उद्घोषितं ज्योतिर्विद्भिः। अस्य द्विकनक्षत्रस्य प्रधाननक्षत्रस्य व्यासः सूर्यव्यासत्रिगुणितोऽस्ति। सहचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्रापेक्षया त्रिकोट्यन्तरेण धूमिलम्, परन्तु परिमाणे विशालतरम्। तयोः केन्द्राद् दूरत्वं १·३ कोटिक्रोशार्धमितम्। प्रत्येकस्मिन् परिक्रमणे सहचारिनक्षत्रं प्रधाननक्षत्रभूकेन्द्रमध्य आपतति, ग्रासश्च दशहोरापर्यन्तं वर्तते। परिक्रमणकालश्च ६८ होरामितः, अतः ६८ होरानन्तरं पुनर्ग्रासो भवति।

सहस्राधिकानीदृशानि नक्षत्राणि लभ्यन्ते। एषां परिक्रमणकालः सामान्यतया त्रीणि दिनान्यस्ति। अल्पतमः परिक्रमणकालः पञ्चहोरामितो दीर्घतमश्च परिक्रमणकालः प्रायः सप्तविंशतिवर्षमितः।

---

१. 'अलगूल'शब्दः अरबीभाषायाः शब्दः, व्युत्पत्त्यर्थश्चास्य 'राक्षसः' इति।



अल्गूलनक्षत्रस्य प्रकाशरेखाचित्र, परिक्रमणमि गीर्च

१२.५५२ प्रकाशपरिवर्तनानि

प्रकाशरेखाचित्रेण स्पष्टं भवति यद् द्विकस्य भास्वरत्वं विभिन्नकाले विभिन्नाक्षत्रकोटिं भजते। परिभ्रमणे द्विवारं रेखाचित्रे निम्नता दृश्यते—तयोरेका गौणी निम्नता द्वितीया च मुख्या निम्नता कथ्यते। गौणी निम्नता प्रधाननक्षत्रेण सहचारिनक्षत्रस्याच्छादनकाले, मुख्या निम्नता च सहचारिनक्षत्रेण प्रधाननक्षत्रस्याच्छादनकाले भवति।

ग्रहणानि त्रिविधानि दृश्यन्ते। कदाचित् पूर्णग्रहणं कदाचित् खण्डग्रहणं कदाचिच्च वलयाकारग्रहणम्। ग्रहणकाले रेखाचित्रे निम्नतावलोक्यते। रेखाचित्रेण ग्रहणकालावधिर्ग्रहणभेदादयश्च निश्चीयन्ते।

१२.५५३ प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि

कतिपयानां ग्रहणशीलनक्षत्राणां भास्वरत्वविकारो दूरदर्शकयन्त्रेण विनापि दृश्यतां भजते। एतानि प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि प्रोच्यन्ते। अधो दीयन्ते षट्प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानां नामानि, क्रमिकमुख्यनिम्नताद्वयमध्यवर्तिकालादयश्च—

नाम	मुख्यनिम्नताया आवृत्तिकाल			कोटि	
	दिनम्	होरा	मिनटम्	महत्तमभास्वरत्वकाले	अल्पतमभास्वरत्वकाले
β ययाति	२	२०	४९	२२	३५
λ वृष	३	२२	५२	३८	४२
V नौपृष्ठम्	१	१०	५८	४१	४८
S तुला	२	७	५१	४८	५९
u शौरी	२	१	१४	४८	५३
β वीणा	१२	२१	४८	३४	४३

✤✤✤

त्रयोदशोऽध्यायः

नक्षत्रस्तवकाः, नीहारिकाश्च

[आकाशे नैकस्थलेषु नक्षत्राणि सञ्चितानि दृश्यन्ते । कुत्रचिच्च धूमिलचिह्नानि निरीक्ष्यन्ते, तेषां भेदस्वरूपादिकमत्र विवेचनाया विषयः ।]

१३·१ नक्षत्रस्तवकाः

नक्षत्राणि प्रायो द्विकरूपेण त्रिकरूपेण बहुकरूपेण अथवा स्तवकरूपेण विद्यन्ते महाकाशे । यथा द्विकानि त्रिकाणि बहुकानि वा एकस्मादेव नक्षत्राज्जायन्ते, तथैव नक्षत्रस्तवका नीहारिकाया सहस्राधिकानि नक्षत्राणि जायन्ते, परन्त्वेकोद्गमत्वात् समगतिकान्येव वर्तन्ते । अत एव समगतिकत्वात्तेषां नक्षत्रस्तवकत्वं ज्ञातुं सुकरम् ।

१३·१२ नक्षत्रस्तवकभेदाः

सन्ति त्रयः प्रमुखा भेदा नक्षत्रस्तवकानाम् । प्रथमं नक्षत्रकुलमस्ति । नक्षत्रकुले कतिपयानामेव नक्षत्राणां समूहो वर्तते । कुलस्य सर्वाणि नक्षत्राणि परस्परं भौतिकसम्बन्धेन बद्धानि सन्ति, तानि प्रायः शतात्पराल्पानि लभ्यन्ते । द्वितीयस्तावदबद्धनक्षत्रस्तवकोऽस्ति । अत्र नक्षत्राणि शताधिकानि पर्याप्तघनतया परस्परं बद्धानि, परन्तु तेषां सीमा त्वनियताकारैव । तृतीयो गोलीयनक्षत्रस्तवकोऽस्ति । गोलीयनक्षत्रस्तवके सहस्राधिकानि नक्षत्राणि तिष्ठन्ति, तेषां सीमा च गोलाकारा । केन्द्रे नक्षत्राणि निविडतया स्थितानि, उपसीमान्तं विरलतया । इदमत्रैवात्र वैलक्षण्यम् ।

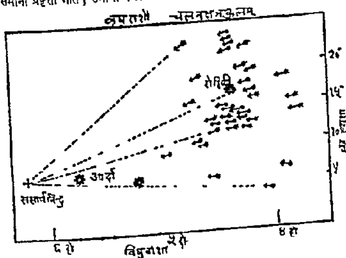
एको दृष्टान्तोऽत्र सहकारी । कल्प्यते यत् कोऽपि जनो वायुयानेन यात्रां करोति । तेन कुत्रापि ग्रामेषु गृहकुलं दृश्यते, कुत्रापि नगरेषु गृहपुञ्जानि, कुत्रापि च प्रधाननगरेषु राजधान्यादिषु वा सहस्रशो गृहकुलानि । ग्रामो नक्षत्रकुलवत्, नगरमबद्धनक्षत्रस्तवकवत्, महानगरञ्च गोलीयनक्षत्रस्तवकवत् सन्ति ।

१३.१२ चलं नक्षत्रकुलम्

दृश्यन्ते नभसि नक्षत्रकुलानि, येषां नक्षत्राणि किञ्चिद् भौतिकसम्बन्धेन सम्बद्धानि सन्ति ते समानगतिकानि । चलं नक्षत्रकुलमबद्धनक्षत्रस्तवकापेक्षया भृशं समीपतरम् । साधारणतया तेषां प्रकृतगतयः समानान्तराः, तथापि यदि तानि महाकाशस्य भूयसि भागे विस्तृतानि, तेषां प्रकृता गतयो महत्त्वपूर्णाः सन्ति ।

१३.१२१ उदाहरणम्

सर्वप्रसिद्धमुदाहरणमत्र सप्तर्षिमण्डलम्। सप्तर्षिमण्डलस्य द्वे कोटिस्यनक्षत्रे परित्यज्य नक्षत्राण्येकस्यैव कुलस्याङ्गानि। अस्मिन् कुले पर्याप्तदूरवर्तिदुग्धकनक्षत्रमपि सम्मिलितमस्ति। सर्वेषां समाना प्रकृता गति, समाना केन्द्रीया गतिश्च।



वृषनक्षत्रमण्डल एकमपर नक्षत्रकुल दृश्यते। अस्मिन् प्राय ८०-सख्याकानि नक्षत्राणि वर्तन्ते। तेषां मध्ये कानिचित् चतुर्थकोटिकानि, कानिचिच्च दशमकोटिकानि सन्ति। सर्वाणि कुलकेन्द्रात् पञ्चपारसेकाल्पदूरत्वे तिष्ठन्ति। कुल प्राय ४०-पारसेकदूरत्वे स्थितमस्ति। तेषां सर्वेषामाद्रांया दिक्षितपूर्वेण स्थित बिन्दु प्रति गमनमस्ति।

अन्यकुल ययातिनक्षत्रमण्डलेऽवलोक्यते, अन्यानि च दृश्यकक्षिणनक्षत्रमण्डलयोर्दृश्यन्ते।

१३.१२२ दूरत्वनिर्धारणम्

नक्षत्रकुले यदि केन्द्रीया गति कस्यचिदपि नक्षत्रस्य निश्चिता भवति, तर्हि नक्षत्रकुलस्य दूरत्वं सुसरल ज्ञायते। प्रथम नक्षत्रकुलस्य वेगो निम्नलिखितसूत्रेण गण्यते—

$$\text{नक्षत्रकुलस्य वेग} = \frac{\text{लब्धा केन्द्रीया गति}}{\text{कोज्या}\,\theta}$$

[अत्र θ निश्चितकेन्द्रीयगतिकस्य नक्षत्रस्य संसर्गबिन्दो कोणान्तरमस्ति]

ततो लम्बन निम्नसूत्रेण गण्यते—

$$\text{लम्बनम्} = ४.७४ \times \frac{\text{प्रकृता गति}}{(\text{नक्षत्रकुलवेग}) \times (\text{ज्या}\,\theta)}$$

लम्बनेन दूरत्वनिर्णय सरल एव।

१३.१३ अबद्धनक्षत्रस्तबकाः

अबद्धनक्षत्रस्तबके शताधिकानि नक्षत्राणि भवन्ति। तानि पर्याप्तं घनत्वेन सम्बद्धानि, परन्तु सीमा तु तेषामनियताकारा। अत्र सर्वप्रसिद्धोदाहरणं वृहुलानक्षत्रमस्ति।

वृहुलानक्षत्र[1] वृषराशौ विद्यते। तत्र सप्त नव वा नक्षत्राणि नेत्राभ्यां दृश्यन्ते, साधारणदूरदर्शकेन शताधिकानि, परन्तु तीव्रदूरदर्शकेन वस्तुतस्तत्र २३०० संख्यकनक्षत्राण्यवलोक्यन्ते। तानि सर्वाणि समवर्णच्छटीयवर्गीयाणि, महाकाशे च समप्रकृतगत्या त्वेकामेव दिशं प्रति विचरन्ति, तेषां दूरत्वञ्च प्रायः ५०० प्रकाशवर्षमितम्।

रोहिणीनक्षत्रस्य समीपं वर्तते एकः V-आकारको नक्षत्रस्तबकः। तस्य नाम 'हाईएडिज' अस्ति। रोहिणीनक्षत्रं स्वयमस्मादबद्धनक्षत्रस्तबकाद् बहिरेव वर्तते। अयं नक्षत्रस्तबकोऽस्माकं समीपतमः, अस्य दूरत्वञ्च केवलं १२० प्रकाशवर्षमितम्।

ययातिनक्षत्रमण्डले द्वावबद्धनक्षत्रस्तबकौ विद्येते। प्रत्येकस्मिन् नक्षत्रस्तबके शताधिकानि नक्षत्राणि वर्तन्ते।

अस्माकं भुवः सर्वाधिकदूरत्ववर्तीदृशो नक्षत्रस्तबको नीतल्वनक्षत्रमण्डलेऽस्ति, तस्य दूरत्वञ्च २०,००० प्रकाशवर्षाणि।

ययातिनक्षत्रमण्डले द्वावबद्धनक्षत्रस्तबकौ।
['यर्किज' वेधशाला]

१३.१३१ दूरत्वनिर्णयः

नक्षत्रस्तबकस्य दूरत्वमधस्तनविधिना निर्णीयते। ज्योतिर्विद्भिरनुभूतं यच्चाक्षुषयथार्थकोटि वर्णच्छटीयवर्गापेक्षयानन्यतन्त्रो वर्तते। अत एव वर्णच्छटीयवर्गीयज्ञानेन चाक्षुषयथार्थकोटिर्लभ्यते, प्रतीयमानचाक्षुषकोटिश्च वेधेन सुलभा। एवं चाक्षुषयथार्थकोटि प्रतीयमानचाक्षुषकोटी ज्ञात्वा परिचितसूत्रेण दूरत्वं निर्णीयते—

५ लगु र (पारसेकमाने दूरत्वम्) = प्रतीयमानकोटिः—यथार्थकोटिः + ५

१३.१३२ स्थितिविभागः

उपरिष्टात् ४०० संख्याका अबद्धनक्षत्रस्तबकाः आकाशगङ्गायाः समतलस्य निकटे स्थिताः। ते विभिन्नेषु आकाशगङ्गातारकेषु प्रायेण सम्मिलिता दृश्यन्ते। सर्वे दूरतः ६०० पारसेक

---

1. तेन च कर्णावतंसीकृतः कृत्तिकातारकस्तबकानुकारिर्णामसृणविन्दुभिर्विरचितः कुसुमस्तबकोऽप्रकाशत्। (कादम्बरी)
2. गोलीयस्तबकाः व्योमकक्षाभ्यन्तर एव दृश्यन्ते।

चिह्नद्वये न विद्यन्ते । आकाशगङ्गायाः अतिसामीप्यात्तेषां पृथक्करणमत्यधिकं दुष्करम्, तथापि प्रगतिगतिकेन्द्रीयगति वर्णच्छत्रादीनां विश्लेषणेन गणनया च समाप्यते ज्योतिर्विद्भिः ।

१३.१३३ जीवनकालः

अबद्धनक्षत्रस्तबकस्य नक्षत्राणामेकः एवोद्गमः, अत एव प्रारम्भे तान्यन्यैर्नक्षत्रैः प्रभावितानि समानान्तरगत्या भ्रमन्ति, परन्तु शनैः शनैस्तेषां सम्बन्धः शिथिलीभवति, तान्यन्यैर्नक्षत्रैः प्रभावितानि सन्ति, अन्ततः स्वतन्त्राणि नक्षत्राणि भवन्ति ।

१३.१४ गोलीयनक्षत्रस्तबकाः

गोलीयनक्षत्रस्तबकाः अबद्धनक्षत्रस्तबकेभ्यो नितान्तं भिन्नाः । तेऽत्यन्तं विस्तृताः, अत्यन्तं पिण्डीभूता अत्यन्तञ्च दूरवर्तिनः सन्ति । गोलीयनक्षत्रस्तबके सहस्राधिकानि नक्षत्राणि गोलाकारे पिण्डितानि तिष्ठन्ति । गोलाकारपिण्डेऽप्रतिभूमितानि बहुसहस्रसंख्याकानि नक्षत्राणि, तेषां गणना नातिदुष्करा । नक्षत्राणि केन्द्रे निबिडतया सम्बद्धानि, उपसीमान्तं विरलतया, अत एव यदि दीर्घकालीनं प्रकाशदर्शनं प्रदाय फोटोचित्रं गृह्यते, तर्हि सीमान्तवर्तिनक्षत्राणि तु लभ्यन्ते, परन्तु केन्द्रवर्तिनक्षत्राणि स्फुटतया परस्परभिन्नानि न दृश्यन्ते, केवलमेकः सम्मिलितपिण्ड इव दृश्यते । यद्यल्पकालीनप्रकाशदर्शनं दत्त्वा फोटोचित्रं गृह्यते तर्हि केन्द्रवर्तिनक्षत्राणि स्पष्टतां भजन्ते, परन्तु सीमान्तनक्षत्राणि फोटोफलके नायान्ति ।

१३.१४१ उदाहरणानि

धनुर्नक्षत्रपुञ्जे मेसिये-२२नक्षत्रस्तबकः सौरिनक्षत्रमण्डले मेसिये-१३-नामस्तबकः, ω-किन्नरस्तबकः, वारण्डव ४७-नामस्तबकश्च प्रमुखोदाहरणानि सन्ति ।



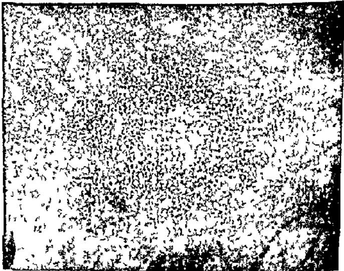
सौरिनक्षत्रमण्डले गोलीयनक्षत्रस्तबकः
['विक्टोरिया'-वेधशाला]

शौरिनक्षत्रमण्डलवर्ति-मेषिये १३–नक्षत्रस्तबको ग्रीष्मर्तौ सायङ्काले खस्वस्तिके दृश्यते। अत्र ५०,००० सङ्ख्याकानि नक्षत्राणि गणितानि। अस्य दूरत्वं ३४,००० प्रकाशवर्षमितमस्ति।

१।–किन्नरनक्षत्रस्तबकः २२,००० प्रकाशवर्षदूरत्व एकश्चतुर्थकोटिकनक्षत्रवद् धूमिलो दृश्यते (द्रष्टव्यं २५९ पृष्ठस्थमत्रत्य च फोटोचित्रम्)।

१३·१४२ दूरत्वनिर्धारणं स्थितिविभागश्च

एषा सर्वाधिकदूरत्वं २२५,००० प्रकाशवर्षमितमस्ति। दूरत्वनिर्धारणमप्रत्यक्षविधिनैव भवति। *नैकगोलीयस्तबकेषु चार्थपर्वविकारिनक्षत्राणामुपस्थितिर्दूरत्वस्य निश्चयं करोति,* यतस्तेषां मावृत्तिकालं ज्ञात्वा दूरत्वगणना सरलैव (द्रष्टव्यः § १२·५३२)।



W–किन्नरनक्षत्रमण्डले गोलीयनक्षत्रस्तबकः
['हार्वर्ड'-वेधशाला]

९९ संख्याका गोलीयनक्षत्रस्तबका अद्यपर्यन्तं लब्धाः। ते यावदाकाशगङ्गातलं समरूपेण न विभक्ते, अपितु प्रत्युत केन्द्रमाकाशगङ्गीय-२३५ अंशात् पञ्चमितरेखांशपर्यन्तं विस्तृताः।

१३·१४३ तेषामस्मत्तारासंस्थानस्याङ्गत्वम्

९९ संख्याकगोलीयनक्षत्रस्तबकेषु ३३ संख्याकानि नक्षत्राणि धनूराशिस्थतारकमेघस्य समीपे दृश्यन्ते, आकाशगङ्गाया यद् विस्तृतमस्ति तल्लोमशकादंशोन्मानि तिष्ठन्ति। अनन्तराकाशे च तेषां स्थितिर्निश्चिता। एवं केन्द्रं महत्तारकमेघानां केन्द्रम्, आकाशगङ्गायाश्च केन्द्रम्, एक एव बिन्दुः, अत एते गोलीयनक्षत्रस्तबका अस्माकमाकाशगङ्गायामेव स्थिताः।

१३.२ नीहारिका

यदा कदा चाकाशस्यावलोकनं कुर्वद्भिर्ज्योतिर्विद्भिः साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणापि दृश्यन्ते कानिचिद् धूमिलस्थलान्यनन्ताकाशे । तानि नीहारिकानाम्ना प्रसिद्धानि । आङ्ग्लभाषायां मेघवद् दृश्यमानत्वात्तेषां नाम Nebula अस्ति । धूमकेतोरपि दर्शनं नीहारिकावत्, परन्तु धूमकेतवश्चञ्चलगतिकाः सन्ति, नीहारिकाः केवलं स्थिरप्रदेशाः ।

नीहारिका नक्षत्रस्तबकयोरन्तरमतिसूक्ष्मं दुर्ग्राह्यञ्च । यूरोपीयदेशेषु मध्ययुगे यानि स्थलानि नीहारिकानाम्ना प्रसिद्धान्यासन्, तत्रैव कालान्तरे परिष्कृतदूरदर्शकयन्त्रैर्नक्षत्रस्तबका अदृश्यन्त । अत एव सर्वा नीहारिका वस्तुतो नक्षत्रस्तबका एवेति धारणा शनैः शनैर्ज्योतिर्विदामभवत् । परन्तु १८६४-तमे खिस्ताब्दे रश्मिविश्लेषणयन्त्रेणास्या धारणाया अयथार्थत्वं प्रदर्शितम् । वर्णच्छत्रेण कतिपयधूमिलस्थानेषु विरलवाष्पीयपदार्थाः सूच्यन्ते, इतरधूमिलस्थानेषु च नक्षत्रस्तबकानामुपस्थितिः सूच्यते । अत एव ततः प्रारभ्य नीहारिकाणां पुनर्बोधाय नूतनाः प्रयत्नाः कृताः । अधुना च महादूरदर्शकयन्त्रेणातिसूक्ष्मग्राहिफोटोप्लेटैरन्यैश्च यन्त्रैरासां बाह्यस्वरूपं प्रतिदिनं स्पष्टतया प्रत्यक्षीक्रियते । रश्मिविश्लेषकयन्त्रैश्च तेषामान्तरिकस्वरूपं निश्चीयते । आसां रहस्योद्घाटनाद् विश्वरचनाया मूलं प्राप्स्यत इति तज्ज्ञानमहत्ता ।

१३.२१ भेदाः

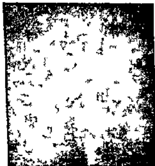
अधुना दशसहस्राधिका नीहारिका लब्धाः, तासां गणना च वस्तुतोऽसंख्या । तासां त्रयो भेदाः—प्रसृता नीहारिका, ग्रहीयनीहारिका, श्यामा नीहारिका च ।

१३.२२ प्रसृता नीहारिका

प्रसृता नीहारिकाः पर्याप्तसंख्याकाः सन्ति । सर्वाधिकभासुरा मृगनक्षत्रमण्डले एम्-४२-नाम्ना प्रसिद्धास्ति । साधारणदूरदर्शकयन्त्रेणेयं धूमिला, परन्तु तीव्रदूरदर्शकयन्त्रेण [illegible] प्रतिभाति । वर्णच्छत्रविश्लेषणेन ज्ञायते यदत्र हाईड्रोजन हेलियम आक्सीजन-नाइट्रोजन वाष्पाणि वर्तन्ते ।

'मृग' नक्षत्रमण्डले प्रसृता नीहारिका

['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]



बहुलाया नीहारिकात्वम्
[माउण्ट-विल्सन वेधशाला]

निरन्तरतया नीलवर्णच्छत्रम्। तस्य नक्षत्रस्य नीहारिकायाश्च वर्णच्छत्रे समम् एवेति ज्ञात मासीत् कस्मादपि प्राप्तम्। सौरपरिवारे च दृष्ट या चन्द्रकिरणानां ग्रहकिरणानां वा वर्णच्छत्रं सूर्यवर्णच्छत्रसमम्। अत्र ग्रहाश्चन्द्रश्च सूर्यकिरणानि परावर्तयन्ति, अत एव वर्णच्छत्राणां समता विद्यते। एवमेव ज्योतिर्विद्भिर्निर्णीयते यदत्र नीहारिका वस्तुतः प्रकाशहीना, पार्श्ववर्तिनक्षत्रालोकेन भाति।

परन्तु मृगनक्षत्रमण्डले या नीहारिका तस्या वर्णच्छत्रं पार्श्ववर्तिनक्षत्रस्य वर्णच्छत्राद् भिन्नम्। किमत्र कारणम्? अस्य रहस्यस्योद्घाटनमनेन प्रयोगैर्हीतिपाचार्यैः कृतम्। यदि पार्श्ववर्तिनक्षत्राण्यत्युष्णतापक्रमकाणि, अर्थाद् यदि तेषां तापक्रम २१,०० सेण्टिग्रेडाधिकमस्ति नीहारिकाया वर्णच्छत्रं नक्षत्रस्य वर्णच्छत्राद् भिन्नं दृश्यते, यदि

नक्षत्राणां तापक्रमो न्यूनः, तर्हि नीहारिकावर्णश्च नक्षत्रवर्णश्च समम्। एवं भिन्नता नक्षत्रतापक्रमाधीना।

१३.२३ ग्रहीयनीहारिका

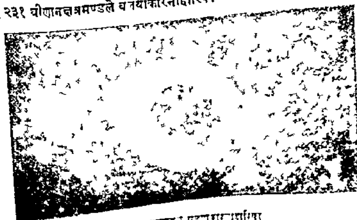
दूरदर्शकयन्त्रेण भौमशुक्रादय प्रकाशचक्रात्मका दृश्यन्ते, यद्यपि नक्षत्राणि सदैव प्रकाश बिन्दुरूपेण लभ्यन्ते। १७८२तमे खिस्ताब्दे 'हर्शल'महोदयेन महाकाशे शिशिरगोलाकारा लघुधूमिलपदार्था दृष्टा। ते पूर्णतया स्थिरा आसन्। ते चाधुना ग्रहीयनीहारिका उच्यन्ते।

अधुना ३०० संख्याका ग्रहीयनीहारिका लब्धा। ता सर्वा दूरदर्शकयन्त्रेणैव दृश्यन्ते।



द्वे ग्रहीय नीहारिके
['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

१३.२३१ वीणानक्षत्रमण्डले वलयाकारनीहारिका

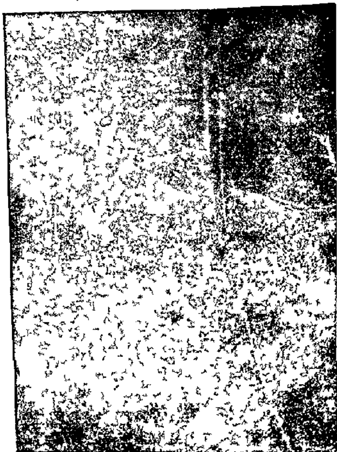


[illegible]
['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

β वीणा γ वीणामध्ये स्थिता महीयनीहारिका वलयाकारनीहारिकानाम्ना सुप्रसिद्धा। तस्या मध्ये तिष्ठत्येकमतिधूमिल नक्षत्रम् (द्रष्टव्य २६३ पृष्ठे द्वितीय फोटोचित्रम्)। नीहारिका चेदृशी बृहदाकारा यत् सम्पूर्ण सौरपरिवारस्तस्या मध्ये सुखेनैव प्रविशेत्। मध्यवर्तिनक्षत्रस्य ताप क्रम ५०,००० सेण्टीग्रेडाधिक ।

१३.२४ श्यामा नीहारिका

आकाशगङ्गाया यत्र तत्रानियताकाराणि श्यामलस्थलानि श्यामविवराणि वा दृश्यन्ते।



रिनरस्नम्निरामध्य आकाशगङ्गा

['हार्वर्ड' वेधशाला]

तानि न ज्योतिर्विदामाश्चर्यविषया आसन् पुरातनकालात् (चित्रे अङ्गारप्रसेवकाख्या नीहारिका द्रष्टव्या)। अचिरात्पूर्वमिदं मतमासीद् यदेतानि श्यामलस्थलानि महाकाशस्य नक्षत्रहीनानि स्थलान्येव, परन्तु नेदं स्वीक्रियते आधुनिकज्योतिर्विद्भिः। नक्षत्राणि सदैवेतस्ततो भ्रमन्ति। यदि पुरा तत्रैकमपि नक्षत्रं नाविद्यत, अधुना क्रमिकस्थानच्युतिं कुर्वत् किञ्चन नक्षत्रमवश्यं तत्रागतं भवेत्। अतस्तत्र न पदार्थाभावः, प्रत्युत पदार्थविशेषो वर्तत एव। आधुनिकपरिष्कृतयन्त्रैर्निश्चीयते यत् श्यामचिह्नानि श्याम-रजोमयमेघरूपपदार्थाः। यानि कानि च दृश्यन्ते श्यामचिह्नमध्ये नक्षत्राणि, तानि वस्तुतस्तद् मेघ-भू मध्यवर्तीनि।

आकाशगङ्गायां सन्ति नैकाः श्यामा नीहारिकाः, याः शृङ्खलारूपेण तिष्ठन्ति हंसवृश्चिक-नक्षत्रमण्डलयोर्मध्ये। (द्रष्टव्यं २६४ पृष्ठस्थमन्त्यं च फोटोचित्रम्)।



आकाशगङ्गायां महाविवरम्

चतुर्दशोऽध्यायः

[साहित्ये प्राय आकाशगङ्गाया उल्लेखो दृश्यते । अत्र वर्ण्यविषय ।]

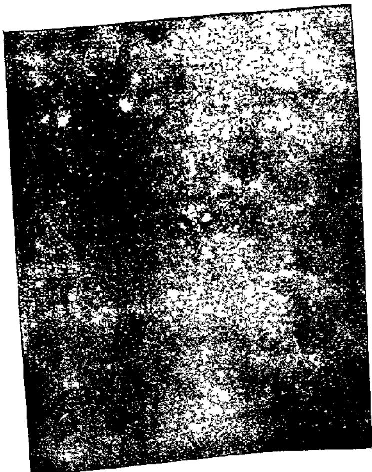
१४. आकाशगङ्गासंस्थानम्

कस्याश्चिदभ्रिस्राया स्वच्छवायुमण्डलावृताकाशे एका तारकनदीव दृश्यते । सा मेखलेव व्योममण्डल द्विधा विभाजित करोति । सा 'मन्दाकिनी सुरसरित् आकाशगङ्गा' प्रभृतिनाम्ना भारतीयशास्त्रेषु प्रसिद्धा । यूरोपीयदेशेष्विय 'दुग्धपथ.' इति कथ्यते । इयमाकाशगङ्गा श्वेताभा आकाशस्यैकस्याः कोटेर्द्वितीयकोटिपर्यन्त वितताऽस्ति । दूरदर्शकयन्त्रेण सहस्रश. परमलघुप्रकाश-बिन्दवो दृश्यन्ते । नेत्राभ्यामेव ते परस्परमभिन्ना अवलोक्यन्ते । तेषा सम्मिलितौज्ज्वल्येनाकाशगङ्गा दुग्धधवलिता दृश्यते । एतानि नक्षत्राणि सर्वत्र समसंख्याया न वर्तन्ते । श्यामाम्बरे विकीर्णा रजतकणा इव तानि श्यामाम्बरे क्वचिद् विरलतया क्वचिच्च निबिडतया लभ्यन्ते ।

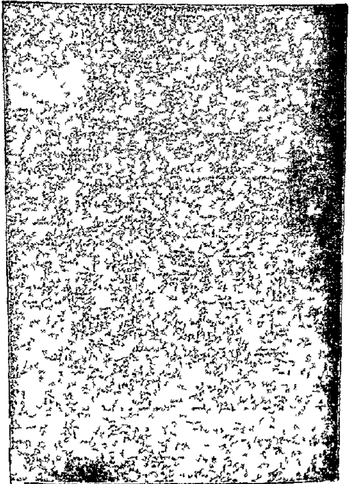
§ १४.१ आकाशगङ्गाया खगोले स्थितिः

आकाशगङ्गा तूत्तरखगोलार्धे उत्तरध्रुवस्थानात् ३० अंशान्तरात् प्रारभ्य शर्मिष्ठा ययाति रथि नक्षत्रमण्डलान्यतिक्रम्य वृषस्य शृङ्ग स्पृशन्ती क्रान्तिवृत्तमयनस्थाने ६० अंशमितकोणेनोल्लङ्घयति । तत सा मृग मिथुन एकशृङ्गनक्षत्रमण्डलान्यतीत्य स्वस्तिकनक्षत्रमण्डलं स्पृशन्ती किन्नरनक्षत्रमण्डलस्य समीप गच्छति । तत्रास्या द्वे शाखे भवतः । भासुरतरा शाखा वेदी नक्षत्रमण्डलमतिक्रम्य वृश्चिक धनु गरुडनक्षत्रमण्डलान्यतीत्य हंसनक्षत्रमण्डलस्य समीप द्वितीयया शाखया संयुक्ता भवति । एव सा मेखलारूपेण खगोले वर्तते ।

अस्या पृथुत्व स्थाने स्थाने भिन्न भिन्नम् । सर्वाधिकपृथुत्व ४५° मित इदं मृग नक्षत्र मण्डलयोर्वर्तते । क्वचिदिद केवल ३०° मितम् । अग्रिमपृष्ठेषु दीयन्त आकाशगङ्गाया विभिन्न स्थानीयानि चित्राणि—



'धनु' नक्षत्रमण्डल आकाशगङ्गा
['हार्वर्ड' वेधशाला]

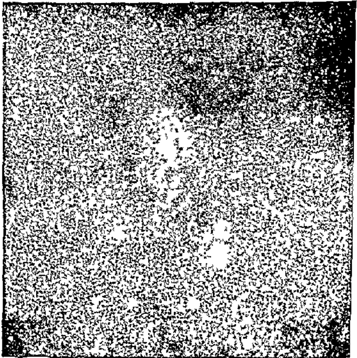


चर्म-गृधिक मध्य आकाशगङ्गा

['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]



देवयानीमधील आकाशगंगा ['यर्किज' वेधशाला]



वृश्चिक नक्षत्र मण्डल आकाशगङ्गाया श्यामा नीहारिका

['यर्किज' वेधशाला]

१४.२ आकाशगङ्गीयनियामकाः

आकाशगङ्गासंस्थानस्य वर्णने कदाचिदापतति विशेषनियामकानामावश्यकता । नियामक-पद्धतिरियमत्र सङ्क्षेपेण दीयते ।

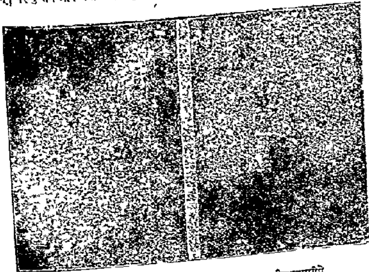
आकाशगङ्गाया मध्यरेखायाः सुदूरवर्तिबिन्दू आकाशगङ्गीयध्रुवौ स्तः । उत्तरीयाकाश-गङ्गीयध्रुवस्य विषुवांशाः १९०° क्रान्त्यंशाश्च २८° सन्ति । दक्षिणाकाशगङ्गीयध्रुवस्य विषुवांशाः १०°, क्रान्त्यंशाश्च २८° सन्ति ।

आकाशगङ्गीयविषुवरेखा चाकाशगङ्गीयध्रुवाद् नवत्यंशान्तिरस्था कल्पितं महद् वृत्तमस्ति । इयमाकाशगङ्गाया मध्यभागाद् गच्छति । इयं गरुड मृग नक्षत्रमण्डलयोर्नाडीवृत्तं ६२° अंशमितकोणेनोल्लङ्घयति । इयम् उत्तरध्रुवस्थानस्य समीपतमा दक्षिणस्वस्तिक नक्षत्र मण्डले भवति ।

आकाशगङ्गीयरेखांशानां प्रवृत्तिराकाशगङ्गीयविषुववृत्तस्य २८०° विषुवांशस्थानाद् भवति । आकाशगङ्गीयाक्षांशाश्च आकाशगङ्गीयविषुववृत्तसमकोणिकवृत्ते माप्यन्ते ।

१४.३ आकाशगङ्गासंस्थानस्याकारः

किं नक्षत्राणि महाकाशेऽसीमिततया विस्तृतानि, अथवा सीमिततया ? यदि सीमिततया विस्तृतानि तर्हि सीम्नः क आकारः ? इति ज्योतिर्विदां समक्षं समस्यासीत् । सर्वप्रथमं 'हर्शेल'-महोदयेन रहस्योद्घाटनार्थमाकाशगङ्गाया नक्षत्राणां विस्तारसम्बन्धे परीक्षणानि प्रारब्धानि । तेनाकाशस्य विभिन्नक्षेत्रान्तर्वर्तिनां नक्षत्राणां संख्या गणिता । तस्य परीक्षणान्यतिसूक्ष्माणि नासन्, परन्तु तेन प्रारब्धया पद्धत्याधुना ज्योतिर्विद्भिर्निम्नो निष्कर्षो लब्धः ।



आकाशगङ्गीय विषुवरेखायाम् नक्षत्राणि आकाशगङ्गीयध्रुवसमीपे ['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

आकाशगङ्गीयविषुववृत्ततले तत्समीपं च नक्षत्राणि निबिडतया दृश्यन्ते, आकाशगङ्गीय-ध्रुवयोः समीपे नक्षत्राणि विरलतया लभ्यन्ते (द्रष्टव्यमुपरि दत्तं चित्रम्)। दूरदर्शकेन आकाश-गङ्गीयविषुवरेखावर्तिना नक्षत्राणां संख्या चाकाशगङ्गीयध्रुववर्तिनक्षत्राणां संख्यया ४० गुणिता ।

ततः प्रत्येकं नक्षत्रस्य दूरत्वं निर्धारितम् । दूरत्वस्थिति रेखाचित्रेणाकाशगङ्गासंस्थानस्य निम्नं रूपं निर्दिष्टम् । एवाकाशगङ्गीय संस्थानमनुवर्तचक्राकारम् । अस्य व्यासः १००,०००

१. आकाशगङ्गीया अक्षांशाः	नक्षत्राणां संख्या	
०°–२०°	$२८·४ \times १०^{९}$ = २८४०००००००००	९५%
२०°–४०°	$१·२ \times १०^{९}$ = १२०००००००००	४%
४०°–६०°	$०·२ \times १०^{९}$ = २०००००००००	१%

प्रकाशवर्षमितोऽस्ति । अस्माकं सूर्य आकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले, परन्तु केन्द्रात् (केन्द्रस्य

आकाशगङ्गीयसंस्थानस्य रूपम्

विषुवांशा २६३°, क्रान्त्यंशा –२९ सन्ति) पर्याप्तदूरत्वे वर्तते । केन्द्रमस्माकं सूर्यात् ३०,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे विद्यते । चित्रे मध्यभागे रिक्तता दृश्यते । तस्य कारणं नाक्षत्रमेघाः सन्ति, ये धनुर्नक्षत्रमण्डले दृश्यन्ते (द्रष्टव्य § १४१ तमे दत्त फोटोचित्रम्) । ते मेघा अस्मत्तारासंस्थानस्य (आकाशगङ्गीयसंस्थानस्य) मध्यभागाः । मध्ये चित्रे या रेखा दृश्यते सा श्यामनीहारिकाजनिता (द्रष्टव्य § १३ २४, द्रष्टव्य फोटोचित्रं द्वितीयम्) ।

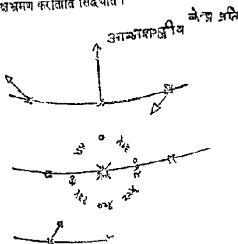
१४४ आकाशगङ्गासंस्थानस्याक्षभ्रमणम्

सम्पूर्णसंस्थानमक्षभ्रमणं कुरुते, परन्त्विदमक्षभ्रमणं घनपिण्डस्याक्षभ्रमणवत्, अर्थादस्य सर्वे भागाः समगत्या भ्रमणं न कुर्वन्ति । इदं केप्लरनियमानुसारं भवति । सूर्यस्य केन्द्रं परितो भ्रमणस्य कालः २०,००,००,००० वर्षाणि ।

अस्याक्षभ्रमणस्य प्रमाणं प्रथमं संकेतं आकाशगङ्गासंस्थानस्य मध्यमगतिरेव दत्तम् । पश्चात् सूक्ष्मनिरीक्षणेनास्य सिद्धिं कृता ज्योतिर्विद्भिः । अत्रैतद्विषयकं प्रमाणद्वयं दीयते ।

(१) १९०४ तमे ख्रिस्ताब्दे 'कप्टीन'महोदयेन निर्धारितं यन्नक्षत्राण्यनियमितगत्या न भ्रमन्ति । नक्षत्राणां द्वौ प्रवाहौ स्तः । तौ परस्परविरुद्धदिशया भ्रमन्तावाकाशगङ्गायामेव परिलक्ष्येते दृश्येते । प्रथमस्य प्रवाहस्य सञ्चारबिन्दुः ९३° विषुवांशे –१२° क्रान्त्यंशे तिष्ठते, द्वितीयस्य प्रवाहस्य च सञ्चारबिन्दुः २७३° विषुवांशे –१२° क्रान्त्यंशे तिष्ठते । द्वयोर्बिन्द्वो रेखा अस्माकं विषुवत् आकाशगङ्गीयरेखां समान्तरी गच्छति । अत एव सम्पूर्णसंस्थानमक्षभ्रमणं करोतीति प्रतीयते ।

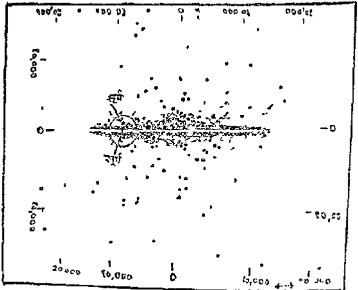
(२) यद्याकाशगङ्गासंस्थानमक्षभ्रमण कुर्यात् तर्हि तस्य मध्यवर्तिनक्षत्राणा गति रधिकतरा, परिक्रमणकालश्चाल्पतर, दूरवर्तिनक्षत्राणाञ्च गतिरल्पतरा परिभ्रमणकालश्च महत्तरो भवेत्। अत एव सूर्य केन्द्र मध्यवर्तिना नक्षत्राणा गति सूर्यस्य गतेरधिका, सूर्यस्य केन्द्रेतरपार्श्व वर्तिना नक्षत्राणा गति सूर्यस्य गतेर्न्यूना भवेद्। इद चैव दृश्यते (द्रष्टव्य चित्रम्), अत एवा काशगङ्गासंस्थानमक्षभ्रमण करोतीति सिद्धयति।



आकाशगंगासंस्थानस्य अक्षभ्रमणम्।

***

प्रकाशवर्षमितोऽस्ति। अस्माकं सूर्य आकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले, परन्तु केन्द्रात् (केन्द्रस्य



आकाशगङ्गीयसंस्थानस्य रूपम्

विषुवांशा २६३°, क्रान्त्यंशा –२९ सन्ति) पर्याप्तदूरत्वे वर्तते। केन्द्रमस्माकं सूर्यात् ३०,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे विद्यते। चित्रे मध्यभागे रिक्तता दृश्यते। तस्य कारणं नाशकमेघाः सन्ति, ये धनुर्नक्षत्रमण्डले दृश्यन्ते (द्रष्टव्य § १४१ तमे दत्तं फोटोचित्रम्)। ते मेघा अस्मत्तारासंस्थानस्य (आकाशगङ्गीयसंस्थानस्य) मध्यभागाः। मध्ये चित्रे या रेखा दृश्यते सा श्यामनीहारिकाजनिता (द्रष्टव्य § १३२४, द्रष्टव्य फोटोचित्रं द्वितीयम्)।

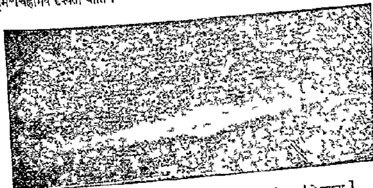
१४४ आकाशगङ्गासंस्थानस्याक्षभ्रमणम्

सम्पूर्णाकाशसंस्थानमक्षभ्रमणं कुरुते, परन्त्विदमक्षभ्रमणं घनपिण्डस्याक्षभ्रमणमिव, अर्थादस्य सर्वे भागाः समगत्या भ्रमणं न कुर्वन्ति। इदं केप्लरतृतीयनियमानुसारं भ्रमति। सूर्यस्य केन्द्रं परितो भ्रमणस्य कालः २०,००,००,००० वर्षाणि।

अस्याक्षभ्रमणस्य प्रथमं संकेतं आकाशगङ्गासंस्थानस्य मध्यस्थितेनोर्टेन दत्तम्। पश्चात् सूक्ष्मनिरीक्षणेनास्य सिद्धिः कृता ज्योतिर्विद्भिः। अत्रैतद्विषयकं प्रमाणद्वयं दीयते।

(१) १९०४ तमे खिस्ताब्दे 'कप्टीन'महोदयेन निरीक्षितं यन्नक्षत्राण्यनियमितगत्या न भ्रमन्ति। नक्षत्राणां द्वौ प्रवाहौ स्तः। तौ परस्परविरुद्धदिशायां भ्रमन्तावाकाशगङ्गीयमध्यवर्तिसमतले दृश्येते। प्रथमस्य प्रवाहस्य मलस्पर्शबिन्दुः ९३° विषुवांशे–१२° क्रान्त्यंशे विद्यते, द्वितीयस्य प्रवाहस्य च संस्पर्शबिन्दुः २७३° विषुवांशे–१२° क्रान्त्यंशे विद्यते। द्वयोर्बिन्द्वो रेखा आकाशस्य विषुवद्वृत्त आकाशगङ्गीयकेन्द्रं समान्तरा गच्छति। अत एव संस्थानस्याक्षभ्रमणं भवतीति प्रतीयते।

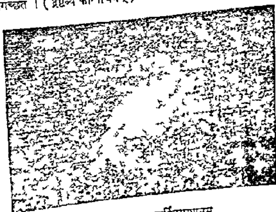
सस्थानम् (आकाशगङ्गाख्यम्) अपि ज्योतिर्विद्भिरसिन्नेन वर्गे स्थापितम्। Sc-वर्गे च बीजकेन्द्रमतिलघु नातिस्पष्टञ्च, बाहू च पृथुतया वितती। २७५ पृष्ठदत्तफोटोचित्रे दृश्यमान सस्थान-मुत्तरत्रिकोणनक्षत्रमण्डलस्थ 'मेसिये ३३' नामकमिदवर्गीयम्। सस्थानमिदमाकाशगङ्गेतरसस्थाना-समीपतम भासुरतमञ्च। इद सस्थानमस्मत्ताराससस्थानाद् लघु। नेत्राभ्यामपि बीजकेन्द्रमस्य धूमिलचिह्नमिव दृश्यता याति।



सर्पिलसस्थानम् ['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

१५.२४ नियतरूपावरुद्धसर्पिलानि संस्थानानि

प्रायेण ७० प्रतिशत सर्पिलसस्थानानि प्रकृतसर्पिलानि, परन्तु सन्ति कानिचन यानि सर्पिलसस्थान दीर्घवृत्तसस्थान मध्यवर्तीनि। एषा बाहू बीजकेन्द्रादनुद्गम्य एकस्माद् मध्यबीज भीतदण्डाद् निर्गच्छत। (द्रष्टव्य फोटोचित्रम्)

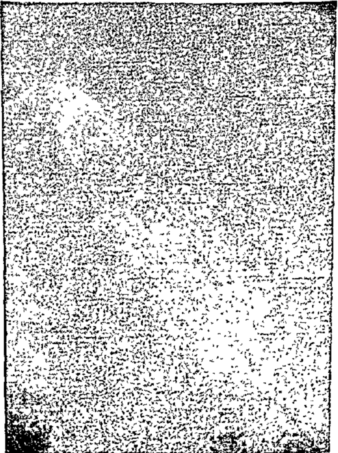


मेशनक्षत्रमण्डले अवरुद्धसर्पिलसस्थानम्
['माउण्ट विल्सन' वेधशाला]

बीजकेन्द्रस्य पार्श्वद्वयाद् द्वौ सर्पिलौ बाहू उद्गच्छतः, समदिशायाञ्च मण्डलाकारौ भवतः। बीजकेन्द्रं बाहुभ्यां भासुरतरं दूरदर्शकेन दर्शनीयम्।

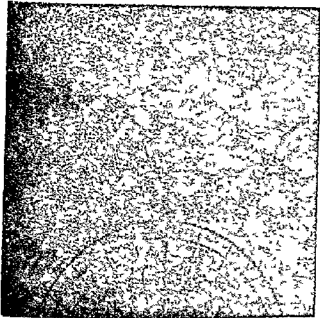
१५·२३ प्रकृतसर्पिलानां वर्गाः

एषां त्रयो वर्गाः—Sa, Sb, Scच। Sa-वर्गे संस्थानानां बीजकेन्द्रं पर्याप्तं महत्, बाहू गाढं संश्लिष्टौ (द्रष्टव्यं फोटोचित्रे NGC-४५९४ इत्याख्यं संस्थानम्)। Sb-वर्गे बीजकेन्द्रं



मेखिये·३१—(देवयानी नाम) सर्पिल्संस्थानम्। ['लिक'-वेधशाला]

स्फुटतरम्, बाहू च विनतौ। फोटोचित्रे देवयानीनक्षत्रमण्डलस्थमिदंवर्गीयं संस्थानम्। अन्मगणा·



बृहद् मैगलानिक मेघ

[जोहान्सबर्ग वेधशाला]

एते विहाय सन्त्यन्यान्यप्यनियतरूपाणि संस्थानानि। आकाशगङ्गेतरसंस्थानानां ३% संस्थानान्यनियतरूपाणि। तानि वस्तुतो बहुसंख्याकानि, तथापि लघ्वाकारत्वाद् मन्दभासुरत्वाच्च न दृश्यन्ते।

१५·३१ आकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु दृश्यमाननक्षत्राणि

आकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु प्रायेण चार्पपरिविकारिनक्षत्राणि लभ्यन्ते। तत्र नव्यनक्षत्राणि गोलीयनक्षत्रस्तबका अपि दृश्यन्ते।

१५·३२ आकाशगङ्गेतरसंस्थानानां परिमाणानि

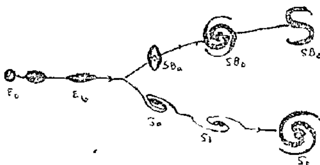
E_0-वर्गस्य व्यासः ६०० पारसेकानि, E_7-वर्गस्य व्यासः १५०० पारसेकानि, Sa वर्गस्य २००० पारसेकानि, Sb वर्गस्य २४०० पारसेकानि, Sc वर्गस्य च ३००० पारसेकानि। अवरुद्धसर्पिलानि तत्तुल्यप्रकृतसर्पिलेभ्यो न्यूनानि सन्ति। अस्मत्तारासंस्थान (आकाश

अवरुद्धसर्पिलानां वर्गाः

एषां त्रयो वर्गाः—SBa, SBb, SBc च। SBa वर्गीयस्य संस्थानस्य बाहू नातिवितती। SBb वर्गीयस्य संस्थानस्य बाहू पर्याप्तं वितती। SBc-वर्गीयस्य संस्थानस्य बाहू इयन्मात्रं वितती यद् आकार S वद् भवति। अधः स्थापिते चित्रे सर्वेषामाकारा द्रष्टव्याः।

१५·२५ नियतरूपसंस्थानानां क्रमः

प्रारम्भे ज्योतिःसंस्थानं वृत्ताकारमासीत्। ततः पिण्डः किञ्चिद् दीर्घवृत्ताकारः, ततः पर्याप्त दीर्घवृत्ताकारश्चाभवत्। अस्मात् परं द्वे शाखे अभवताम्—सर्पिलाना शाखा, अवरुद्धानाञ्च शाखा। ततः सर्पिलानि शनैः शनैः श्लथबन्धनान्यभवन्, अवरुद्धान्यपि शनैः शनैः श्लथबन्धान्यभवन्। एवं नैकभेदाः प्रादुरभवन्।



नियतरूपसंस्थानानां क्रम

१५·२६ अनियतरूपाणि आकाशगङ्गेतरसंस्थानानि

अस्माकं समीपतमेष्वाकाशगङ्गेतरसंस्थानेषु द्वे अनियतरूपे प्रसिद्धे। ते दक्षिणध्रुवस्य समीपे वर्तेते, उत्तरीयगोलार्धवासिना दृष्टिपथे न पततः। दक्षिणगोलार्धे यदा सर्वप्रथमं नाविका गताः तदा ततः प्रत्यागत्य ते आकाशे श्वेतमेघदर्शनमवर्णयन्। 'मैगेलान'-महोदयेन सर्वप्रथममेतयोर्वर्णनं कृतम्, अत एवैते 'मैगेलानिक'मेघनाम्ना प्रसिद्धे। (२७९ पृष्ठस्थं चित्रं द्रष्टव्यम्)

द्वयोर्मेघयोरेको विशालः, द्वितीयश्च लघुः। विशालमेघोऽसिमीननक्षत्रमण्डले, लघुमेघश्च कारण्डव(चक्रवाक)नक्षत्रमण्डले वर्तेते। प्रथमो मेघः ७२,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे, द्वितीयश्च ८०,००० प्रकाशवर्षदूरत्वे स्थितः। तयोः परिमाणं क्रमशः १०,००० प्रकाशवर्षाणि, ६००० प्रकाशवर्षाणि च।

१५-४ स्थानीयसंस्थानसमूहः

यथा नक्षत्राणि समूहे भ्रमन्ति, तथैव संस्थानान्यपि समूहबद्धानि दृश्यन्ते। अस्मत्तारासंस्थानं यस्मिन् समूहे वर्तते, तत्रास्मत्तारासंस्थानव्यतिरिक्तानि द्वादशसंस्थानानि वर्तते। समूहोऽयं स्थानीयसंस्थानसमूह-नाम्ना प्रसिद्धः। समूहोऽण्डवन्महाकारो स्थितोऽस्ति। समूहस्य दीर्घतमो व्यासश्च १०,००,००० प्रकाशवर्षमितः। अस्मत्तारासंस्थानमस्यैकस्या कोट्यां वर्तते, देवयानीनक्षत्रमण्डलस्थसंस्थानं च द्वितीयकोट्यां वर्तते। निम्नलिखितसारिण्या स्थानीयसंस्थानसमूहस्य संस्थानाना विवरणानि दीयन्ते—

नाम	वर्ग	दूरत्वं (पारसेकमाने)	प्रतीयमानबिम्बव्यासः	व्यासमानम् (पारसेकमाने)
			—	२४,०००
अकाशगङ्गा	Sb	—	१२°	४,६००
विशालमैगेलानिकमेघः	अनि०	२२,०००	८°	३,७००
लघुमैगेलानिकमेघः	अनि०	२५,०००	४५'	९००
शिल्पिफलक संस्थानं	E	६१,०००		
नाम	वर्गः	दूरत्वं (पारसेकमाने)	प्रतीयमान-बिम्बव्यासः	व्यासमानम् (पारसेकमाने)
			५०'	२,१००
'फार्नेक्स' संस्थानं	E	१४२,०००	२०'	९४०
NGC-६८२२	अनि	१६१,०००	१४·५'	८६०
NGC-१८५	E	२०४,०००	१४·'१	८२०
NGC-१४७	E	२०४,०००	१७'	१,१००
IC-१६१३	अनि	२२५,०००	३°·२	१२,९००
M-३१	Sb	२३१,०००	—	—
M-३२	E_2	२३१,०००	१५'·८	१,०००
NGC-२०५	E_5	२३१,०००	६२'	४,३००
M-३३	So	२३९,०००		

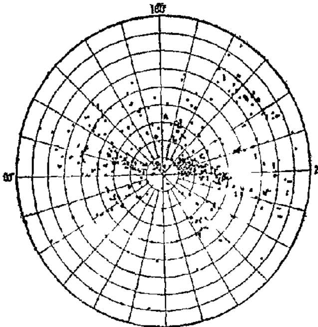
१५-५ संस्थानस्तबकाः

नक्षत्रस्तबका इव संस्थानस्तबका अपि विद्यन्ते। स्तबके नैकशतमवानि संस्थानानि दृश्यन्ते। उत्तरकिरीटनक्षत्रपुञ्जे प्रायेण ४००-संस्थानानि दृश्यन्ते, वेरानसकमण्डले ८०० संस्थानानि, सप्तर्षिनक्षत्रमण्डले च ३०० संस्थानानि दृश्यन्ते। २८२ पृष्ठस्थे चित्रे उत्तरकिरीटनक्षत्रमण्डलवर्तिसंस्थानस्तबको दृश्यते—

गङ्गासंस्थानं) यद्यपि Sb वर्गीयम्, तथापि व्यासोऽस्य २४,००० पारसेकानि। निश्चलाय १२९०० पारसेकव्यासक देवयानीन नक्षत्रमण्डलस्थ विशालतम सर्पिलसंस्थानमस्माकमाकाशगङ्गा संस्थानात् पर्याप्त लघु।

१५ ३२ खगोले संस्थानानां स्थितिविभाग

ज्योतिर्विद्भिः 'हार्वर्ड'वेधशालाया त्रयोदशनाक्षत्रकोटिपर्यन्त दृश्यमानाना संस्थानाना गणना कृता, खगोले तेषा स्थितिविभागश्चाधीत। निम्नचित्रे १०२५ संस्थानाना[1] स्थितय सूचिता सन्ति श्यामबिन्दुभि। तानि १,००,००,००० प्रकाशवर्षदूरत्वान्तर एव वर्तन्ते। अनेन चित्रेण स्पष्टीभविष्यति यत्तान्याकाशगङ्गीयध्रुवे निबिडतया विद्यन्ते। आकाशगङ्गीयविषुव रेखाया तानि कदाचित् श्यामनीहारिकाभिरावृतानि सन्ति न दृश्यन्ते।



[illegible] संस्थानानां स्थितिविभाग।

---

1. यत्रपर्यन्तं प्राय १५,००,००,००० नक्षत्रसंस्थानानि ज्ञातानि सन्ति। यन्त्राणां परिष्कारयंत्रूण्यन्यानि दृश्यन्ते।

शालाया दाल इञ्चीयदूरदर्शकेन १५०–नूतनसस्थानाना केन्द्रीयगतिर्गणिता। पश्चात्ते सप्तर्षि सख्या २-सस्थानस्य केन्द्रीया गतिर्गणिता। सा तत्पर्यन्तलब्धगतिषु सर्वाधिका प्रतिसेकिण्ड २६,००० कोशार्धमितासीत्। इय प्रकाशगतेः सप्तमभागतुल्या। एता सर्वा गतयो वर्णच्छत्रीय रेखाणा विचलनस्य गणनया लभ्यन्त इति पूर्वं व्याख्यानमेव (द्रष्टव्य § ११४१२)। निरन्तर भिद् सस्थानाना सर्वदा रक्त प्रति दृश्यते, अत एवैतानि सस्थानानि सदा सर्वदा स्थलमद्दूर गच्छन्तीति लभ्यते। सस्थानाना वर्णच्छत्रे यद् रेखाणा रक्त प्रति विचलन दृश्यते तद् 'रक्त विचलन' नाम्नाप्र सिद्धम्।

परन्तु 'किमियती महती गति सम्भवा?' इति प्रश्न स्वाभाविक। ग्रहाणा सर्वाधिका गतिर्बुधस्य ३१ कोशार्धमिता प्रति सेकिण्डमस्ति। पृथिव्या गति कदाच प्रतिसेकिण्ड १८½ कोशार्धान्यस्ति। नक्षत्राणामपि गति प्रतिसेकिण्ड ५० कोशार्धेभ्यो नाधिका। अत एव 'डाप्लर' सिद्धान्तस्य शुद्धताया सन्देहो जायते। परन्तु सन्देहोऽय व्यर्थ, यतो ग्रहाणा केन्द्रीया गति डाप्लरसिद्धान्तेन यावती लभ्यते तावत्येवोपायान्तरेण। एव २०,००,००,००० प्रकाशवर्षदूरवर्ति सस्थानस्य, प्रतिसेकिण्ड २६,००० कोशार्धमिता गती रहस्यपूर्णैव।

ज्योतिर्विद्भिस्तुलनात्मकाध्ययनेन दृष्ट यत् सस्थानाना दूरत्व गतिवेगाधीनम्, अर्थाद् वर्तते निश्चितो दूरत्व गतिवेग सम्बन्ध। यथा यथा सस्थानाना दूरत्व वर्धते, तथा तथा वेग गतिर्वर्धते।

सस्थानसमूहनाम	विषुवांश		क्रान्त्यंश	दूरत्वम् मेगमाने (नियुतानि)	गतिवेग प्रतिसेकिण्ड (कोशार्धानि)
	घं	मि			
कन्या	१२	२५	+१२	२	७८
पेगस	१२	५६	+२८	१४	४६६०
सिंह	१०	२४	+११	३२	१२४२०
भूतेश	१४	३०	+३२	७०	२१९२
सप्तर्षि २	१०	५०	+५८	७०	२६१००



उत्तरकिरीटमण्डले संस्थानस्तबक

['माउण्टविल्सन' वेधशाला]

१५ ६ अत्याकाशगङ्गासंस्थानानां केन्द्रीया गति

सर्वप्रथमं १९१२-तमे ख्रिस्ताब्दे 'लॉवेल' वेधशालायां 'स्लिफर' महोदयेन आकाश गङ्गासंस्थानस्य वर्णच्छत्रीयरेखाविचलनमाध्यमेन केन्द्रीया गतिर्ज्ञाता। १९२५-तमख्रिस्ताब्दपर्यन्तं तेन गणितासु ४१-संख्याकानां गतिषु NGC-५८४-संस्थानस्य गति सर्वाधिका प्रतिसेकण्ड ११२१ क्रोशा प्रमिताऽऽसीत्। १९३०-तमख्रिस्ताब्दपर्यन्तं ज्योतिर्विदि 'माउण्टविल्सन' ५५

षोडशोऽध्यायः

सृष्टिः

[पूर्वाध्यायवर्णितज्योति पिण्डा कथ कदा चास्तित्वे समागता इति विषये चिन्तनकल्पन सम्पृक्तवैज्ञानिकसिद्धान्ता सक्षेपेणात्र दीयन्ते ।]

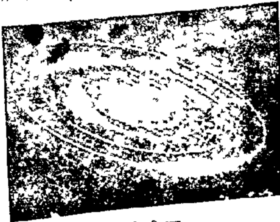
१६.१ सौरमण्डलस्योत्पत्ति

सौरमण्डलस्योत्पत्तिविषये विविधा सिद्धान्ता वर्तन्ते, परन्तूत्पत्तिविवरणमधुनापि धूमिल मेव। एते सिद्धान्ता द्विप्रकारका । प्रथमप्रकारके वर्तमानग्रहा नीहारिकाया रज कणरूपेण बाष्परूपेण वा प्रारम्भ एव सूर्यमभित आसन्। द्वितीयप्रकारक एते ग्रहा प्रारम्भे सूर्यस्य भागा एवासन्, पश्चात् समीपागतनक्षत्रान्तरजनितवात्यावैरतिसमीपागतनक्षत्रान्तरसंघर्षणेन वा सूर्यात् च्युता अभवन् ।

१६ ११ नीहारिकासिद्धान्त

नीहारिकासिद्धान्त सर्वप्रथम प्रसिद्धेन दार्शनिकेन 'कान्ट'महोदयेन प्रस्तुत । पश्चात् 'लाप्लास'महोदयेनाष्टादशख्रिस्तीयशतके (१७९६ खिस्ताब्दे) विस्तरेण प्रतिपादित । लाप्लास महोदयस्य मत सक्षेपेणात्र दीयते ।

पुरा सुदूरभूतकाले सौरमण्डलस्य जन्मन पूर्वमनेकमाप्तो वायव्यो (वाष्पपूर्णो) महापिण्ड आकाशे वेगेन भ्रमन् आसीत्। पिण्डोऽयमतिदीर्घ आसीत्। अथ कुबेरमहाभापर्यन्त



नीहारिकासिद्धान्त

जगतो विसृत्वरत्वमवलोक्य 'लिमेतर'महोदयेन विश्वसृष्टिसम्बन्ध एको नूतनः सिद्धान्तः प्रस्तुतः। यतः संस्थानानि प्रतिदिनमस्मद्दूरं गच्छन्ति, तानि पुरास्माकं समीप आसन्। पुरा प्रायेण २,००,००,००,०००-वर्षपूर्वं सर्वाणि संस्थानानि परस्परसम्बद्धान्येवासन्। अर्थाद् जगद् अतिलघ्वाकारकमासीत्। तदा केवलमेकोऽण्डाकारः पिण्ड आसीत्। अकस्मात् स विस्फुटितोऽभवत्, तस्यांशाश्च इतस्ततोऽधावन्। यतः पृथिव्या आयुरपि प्रायेण २,००,००,००,००० वर्षाणि। अत एव पृथिवी, ग्रहाः, सूर्य[1], नक्षत्राणि, नक्षत्रस्तबकाः, नीहारिका, अत्याकाशगङ्गा संस्थानानि च सर्वाणि समकालिकान्येव।



1. द्रष्टव्योऽत्र ऋग्वेदीयसिद्धान्तो विश्वोत्पत्तिविषये—
"हिरण्यगर्भः समवर्तताग्रे भूतस्य जातः पतिरेक आसीत्" (ऋग् १०-१२१)
ब्राह्मणग्रन्थेष्वपि—"स्वयम्भूः जायते, तत आपः सम्भवन्ति, तासु हिरण्यगर्भोऽयं जगदुत्पत्तिबीजं सौवर्णमण्डं प्लवते, तस्माच्च जगदुत्पत्तिर्भवति, ईश्वरेच्छया विश्वमिदं सृजति।" इति श्रूयते।

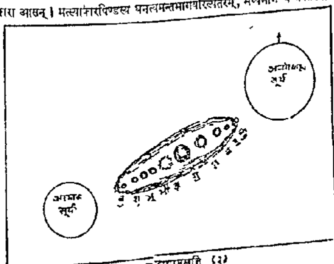
सूर्यं स्पृशन्, अस्पृशन्, स्पृशन् वा अगच्छत्। ('जेफ्रीज'महोदयस्य मते नक्षत्रं तद् वस्तुतः सूर्यस्योपर्यपतत्। अन्येषां मतेषु तत् केवलमतिसामीप्यमागत्यास्पृशन् निरगच्छत्)।

गणितशास्त्रानुसारं यदि कोऽपि बाह्यः सूर्योऽस्माकं सूर्यस्यात्यन्तं समीपमागच्छेत् तर्हि त्वस्माकं सूर्यो लम्बोदरो भवेत्, यतः सूर्यपृष्ठे तस्य नक्षत्रस्याधिकमाकर्षणम्, दूरेऽन्ते चाल्पम्। बाह्यसूर्योऽपि लम्बोदरो भविष्यति। अधिकमात्रया यदि समीपमागच्छेत् (यदि चतुर्गुणितसूर्यव्यासाल्पदूरत्वे आगच्छेत्), तर्हि बाह्यसूर्यस्य बहिर्गमभागात्, अस्माकं सूर्यस्य च बहिर्गमभागात् केचित्पदार्थाः (भागाः) पृथग् भविष्यन्ति, द्वयोः सूर्ययोर्मध्ये सेतुरूपेण स्थास्यन्ति। अन्ततो बाह्यः सूर्यः स्वमार्गेण दूरं गमिष्यति। सूर्ययोर्भिन्नच्छिन्नभागानां केचिद् भागा अस्माकं सूर्यस्य समीपं वर्तिष्यन्ते, केचित् च बाह्यसूर्यस्य समीपम्। ये भागा अस्माकं सूर्यस्य समीपे स्थितास्तेषां सूर्यसमीपतरवर्तिभागास्तु सूर्ये पुनः पतिष्यन्ति, दूरवर्तिभागाश्च बाह्यसूर्याकर्षणात् सूर्यात् पर्याप्तं दूरत्वं भजमाना वेगेन सूर्यं परितो भ्रमिष्यन्ति।

अस्माकं सौरमण्डलमुपर्युक्तविधिना समुत्पन्नमासीत्। सर्वप्रथमं सूर्यस्य परिक्रमणं कुर्वन्तः पदार्था अनियताकाराः प्रचण्डतप्तवाष्पाणां समूहा आसन्। शनैः शनैः शीतत्वं भजमानः केन्द्रः तरलरूपोऽभवत्। कालान्तरे तरलपदार्थानामुपरि घनपदार्था अभवन्। एवं सर्वे ग्रहा जाताः।

१६.१.३ 'जीन्स'महोदयस्य ज्वारसिद्धान्तः

जीन्समहोदयस्य मते सूर्यनक्षत्रयोः सापेक्षगतिरल्पासीत्। अत एव तयोर्निर्गताः पदार्था मत्स्याकारा आसन्। मत्स्याकारपिण्डस्य घनत्वमन्तभागयोरल्पतरम्, मध्यभागे च घनतरमासीत्।



ग्रहोत्पत्तिः (२)

तापविकिरणे पिण्डस्यान्तभागयोर्तापक्रमः शीघ्रमल्पः, मध्यभागस्य मन्दगत्या निम्नोऽभवत्। अत एव विन्दुरीत्या शनैः शीतत्वं भजमानयोरन्तयोः पदार्थास्तरलपदार्था अभवन्।

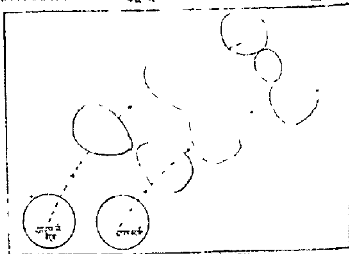
वितत आसीत् । स पिण्डोऽतिवेगेनाक्षभ्रमणं कुर्वन् आसीत् । अतिजवेनाक्षभ्रमणात् पिण्डस्य औष्ण्यं (तापः) शनैः शनैर्महाकाशे विलीनमभवत् । शीतलतां भजमानस्य पिण्डस्य बहिर्वर्तिबाष्पाणां क्रमेण घनीभवनं प्रारभत, परन्त्वान्तरिकबाष्पीयपदार्थास्तस्यामवस्थायामेवासन् । बाह्यघनीभूतपदार्था अक्षभ्रमणवेगात् क्रमशः केन्द्रीयभागस्य पश्चभागे तिष्ठन्तः पृथगभवन् । कालान्तरे बाह्या वलयाकारपदार्थाः पिण्डरूपेण केन्द्रवर्तिमहापिण्डं परितोऽभ्रमन्त । एवं क्रमशो नवसंख्याकाः पिण्डाः पृथगभवन् । सूर्यस्त्वाद्यापि केन्द्रे वर्तते ।

पृथिवी घनीभूतबाष्पीयपिण्डरूपाद्यापि दृश्यते । सा पूर्णतया शीतला न । तस्या बाह्यः स्तर एव शीतलः कठोरश्च, अन्तःस्तरस्तद्द्रवीभूतः । पृथिवी पुरा विशालतमासीत् ।

सिद्धान्तोऽयमतिसुन्दरः प्रतीयते, परन्तु गणितशास्त्रनिकषे परीक्षणेनात्र दोषा नैके दृश्यन्ते । सूर्यस्य नूनं नीहारिकाया उत्पत्तिः सम्भवा, परन्तु नेयं कथा ग्रहाणामुत्पत्तिविषये । पृथिव्या अन्येषां ग्रहाणां चाक्षभ्रमणवेगोऽत्यधिकः । अस्य वेगस्य प्रमापकमावेगघूर्णप्रमापकमस्ति । सौरमण्डले दृश्यते यद् ग्रहेष्वावेगघूर्णप्रमापकस्य मात्राऽधिका, सूर्ये चाल्पा । सूर्यस्य पिण्डमात्रा तु सर्वाधिका, परन्तु सम्पूर्णसौरमण्डलस्यावेगघूर्णस्य केवलं २ प्रतिशतभागस्तत्र सूर्ये वर्तते । तथ्यमिदं परीक्ष्यसिद्धान्तस्य प्रतिकूलम् । यदि प्रारम्भे महापिण्डेऽत्यधिकोऽक्षभ्रमणवेग आसीत्, तर्हि तस्याङ्गेषु समरूपेणावेगघूर्णमात्रा स्यात् । यद्येवं न, अत एव निश्चितमिदं यत् सौरमण्डलस्य जन्म नीहारिकाया न ।

१६.१२ 'सूर्याद्देव सर्वे ग्रहा जाता' इति वादिनां सिद्धान्तः

'जीन्स' 'जेफ्रीज' 'चेम्बरलेन' 'मूल्टन'महोदयानां पृथक् पृथक् सिद्धान्ताः सन्ति, परन्तु मिलनविषये तेषामैकमत्यं दृश्यते । सुदूरभूतकाले कोऽप्यन्यः सूर्यः (नक्षत्रम्) पार्श्वतस्माप



जातानि । तानि बीजान्युपचय प्राप्य महा अभवन् । सूर्यसमीपे बीजानि घनतराणि, सूर्यदूरतोऽ स्पघनत्ववन्ति सन्ति ।

१६ १७ नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त (२)

अचिरात्पूर्वं १९४७ तमे खिस्ताब्दे 'व्हिपिल'महोदयेनाप्येको नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त प्रस्तुत । अस्य मतेन प्रथममेको विशालनाक्षत्ररजोमेघ आसीत् । स घनीभूय सूर्यीभवनप्रक्रिया यामासीत् (नक्षत्राणि नाक्षत्ररजोमेघाज्जायन्ते, द्रष्टव्य §) । मेघे ब्रह्मभ्रमण नासीत्, परन्तु यत्र तत्र लघुराशोमा आसन् । घनीभवन मेघे स्वयमुत्पन्नमभवत्, अथवा महाकाशस्य कस्माचिद् भागा

नाक्षत्ररजोमेघसिद्धान्त

दागच्छत् । घनीभवन मध्यभागात् प्रारभ्य सर्पिलाकारमार्गेण केन्द्र प्रत्यगच्छत् । सर्पिलाकारमार्गे स्थाने स्थाने सूक्ष्मतरा घनीभवनादभवन् । अनन्तरे सम्पूर्णो मेघ अपसृत् । मध्योऽस्ये सर्पिलाकार घनीभूय सूक्ष्मतरा ग्रहोपग्रहा । मध्योऽवशिष्टस्य सूर्योऽभवत्, सूक्ष्मतरा ग्रहा अभवन् । विद्यामोऽस्मात्सर्पिलमार्गीयस्थलं सूक्ष्म स्थानानि ।

गच्छत्। मत्स्याकारपिण्डस्य भिन्ना नैके लघ्वाकारकाः पिण्डा जाताः। मत्स्याकारत्वाद् मध्यवर्ति पिण्डा बृहदाकारका गुरुभारकाः, यथा गुरु. शनिश्च। तावद्यापि बाष्पमयावेव। अन्तर्वर्तिपिण्डाश्च लघुभारका अल्पाकारकाः। ते च तरलीभूय घनत्वमापन्नाः। सूर्यजनितास्वर्वेभ्यैभ्य उपग्रहा जाताः।

१६·१४ ग्रहलवसिद्धान्तः 'चेम्बरलेन'-'मूल्टन'योः

१९०० खिस्ताब्दे 'शिकागो'विश्वविद्यालयस्य 'चेम्बरलेन'-'मूल्टन'महोदयाभ्यां ग्रहलव सिद्धान्तः प्रस्तुतः। यदा बाह्य. सूर्योऽस्माकं सूर्यस्य पार्श्वादगच्छत् तदास्माकं सूर्याद् नैकशार सूर्यांशा निर्गताः। कदाचिद् विशालपिण्डरूपेण, कदाचिच्चाल्पपिण्डरूपेण। लघुपिण्डाः प्रायेण द्रविति शीतला अत एव तरला अभवन्। सूर्याकर्षणेन परस्परसङ्घर्षेण चैते लघुतरलपिण्डाश्चूर्णविचूर्णा अभवन्। एतेषां चूर्णविचूर्णतरलपदार्थानां कतिपया भागाः पुनः सूर्यं प्राविशन्, कतिपयाश्च भागा वेगाधिक्यात् सूर्याकर्षणरज्जुबद्धाः सूर्यं परितः पर्यक्रामन्। एते चूर्णविचूर्णाः सूर्यं परितो भ्रमन्तः पदार्था ग्रहलवाः कथ्यन्ते। विशालपिण्डाश्च ग्रहबीजनाम्ना प्रसिद्धाः। ग्रहबीजानि प्रारम्भेऽतिविशालाकाराणि नासन्, परन्तु कालेन तेष्वाकर्षणेनासंख्या ग्रहलवा अपतन्। एवं तेषामायतनानि द्रव्यमानञ्च वृद्धिं प्राप्नुवन्। अधुना ग्रहबीजानि ग्रहरूपेण दृश्यन्ते। ग्रहाणा मुपग्रहा लघ्वाकारका ग्रहबीजरूपा आसन्।

अस्मिन् सिद्धान्ते दूषणमिदं दृश्यते—यदि ग्रहलवा ग्रहबीजं प्राविशन् तर्हि ग्रहबीजेषु हाइड्रोजन वाष्पस्य प्राचुर्यं स्यात्। तदेव न। पुनश्च पृथिव्याः पिण्डमात्रा प्रारम्भादेवैव मस्ति, न दृश्यते तस्या वृद्धिसम्भावना।

१६·१५ 'जेफरीज'महोदयस्य संघात सिद्धान्तः

१९२९—तमे खिस्ताब्दे जेफरीजमहोदयेन सघातसिद्धान्तः पुरस्कृत। ग्रहाणामक्षभ्रमण वेगस्याधिक्यं न सुष्ठु व्याख्यायते पूर्वमते। अत एव तेन वास्तविकसंघातस्य कल्पना कृता। पुरा चैको बाह्य. सूर्य आगत्यास्माकं सूर्यं सङ्घट्य परावर्त्य निरगच्छत्। परन्तु मतमिदमावेगघूर्णमात्रायाः सुष्ठु व्याख्यानेऽसफलमेव।

'रसेल'महोदयेन ततः संघातसिद्धान्तस्य रूपान्तरं प्रस्तुतम्। तस्य मतेन सूर्योऽस्माकं प्रथमं द्विकनक्षत्रमासीत्। पुरा खेऽगे बाह्य सूर्य आगत्य सूर्यस्य सहचारिनक्षत्रं जघान। सहचारिनक्षत्रस्य चूर्णानि सर्वे ग्रहा अभवन्। परन्तु मतमिदं स्वयं 'रसेल'महोदयेन कालान्तरे तिरस्कृतम्।

१६·१६ नाक्षत्रजलमेघसिद्धान्तः (१)

अचिरात्पूर्वं (१९४५ खिस्ताब्दे) 'वीजसाकार'महोदयेनैको नूतन. सिद्धान्तो व्यवस्थापितः। 'हार'महोदयेन तस्य मत परिष्कृत्य १९४८—तमे खिस्ताब्दे यद् रूपं दत्तं तदत्रो दीयते।

पुरा सूर्यो महाकाशे भ्रमन् एकमनु-नाक्षत्रकार घनतरनाक्षत्रजलमेघमुपगतवान्। उल्लङ्घनानन्तरं तमभित एकमतिविस्तृत (सुदूरसुमेरुपर्यन्तमपि विस्तृतम्) आवेष्टन जातम्। आवेष्टनं 'केप्लर'तृतीयनियमेनाक्षभ्रमणं करोति। शनैः शनैरस्मिन् ग्रहाणां इव बीजानि

अत्याकाशगङ्गासंस्थानस्य विकास एवमेवाभवत् (अत्रावश्यं द्रष्टव्यं १२.२५ तमे दत्तं चित्रम्)। अत्युन्नतचक्राकारपिण्डस्य कालेन मुखाक्षदूरतमभागयोर्भुजावजायेताम्।

१६.२२ नक्षत्रस्तबकानामुत्पत्तिः

अत्यधिकघनीभूतसर्पिलसंस्थानानां द्रव्यं स्थाने स्थाने ग्रन्थिरूपेण तिष्ठति। यदि द्रव्यग्रन्थेः समीपं बहूनि नक्षत्राणि न सन्ति, तर्हि परस्पराकर्षणेन नक्षत्रस्तबकानां नक्षत्राणि केन्द्रस्य समीपे निबिडतया तिष्ठन्ति; गोलस्तबकस्य जन्म भवति। यत्र द्रव्यग्रन्थेः समीपं बहूनि नक्षत्राणि सन्ति, तत्र ग्रन्थिपतितनक्षत्राणि विरलानि भवन्ति; असंहतनक्षत्रस्तबकस्य जन्म भवति। असंहतनक्षत्रस्तबकस्य नक्षत्राणि शनैः शनैः श्लथबन्धानि भूत्वा नक्षत्रकुलं सृजन्ति।

१६.२३ नक्षत्राणामुत्पत्तिः

नक्षत्राणि सर्पिलसंस्थानस्य भङ्गाज्जायन्ते। सर्पिलसंस्थानभङ्गात् तेषां जन्म निम्नचित्रेण प्रमाणीक्रियते।



देवयानी संस्थाने नक्षत्राणामुत्पत्तिः

[माउण्टविल्सन वेधशाला]

द्विकतारोत्पत्तिः—द्विकतारोत्पत्तिविषये द्वयः सिद्धान्तौ प्रचलितौ। (१) प्रारम्भे द्विकस्य स्थाने एकैव द्रव्यग्रन्थिरासीत्। ततः कालान्तरे भिन्नं भूत्वा द्वे नक्षत्रे अभवताम्। यदि कांश्चन-

१६.२ विश्वस्य उत्पत्तिः

प्रारम्भे सौरमण्डलपर्यन्त ज्योतिर्विदां सविवरणज्ञानमासीत्, अत एव पूर्वकालिकज्योतिर्विद्भिः सौरमण्डलस्योत्पत्तिरेवान्विष्टासीत्। अधुना नक्षत्राणां द्विकनक्षत्राणां नक्षत्रस्तबकानां गत्याकाशगङ्गासंस्थानानाञ्च सुष्ठु ज्ञानं वर्तते, एषामुत्पत्तिविषयेऽपि सिद्धान्ताः प्रस्तूयन्ते। ते सङ्क्षेपेणात्र दीयन्ते।

१६.२१ नीहारिकाणां (सर्पिलसंस्थानानां) उत्पत्तिः

'जीन्स'महोदयेन गणितपद्धत्या नीहारिकाणामुत्पत्तिसम्बन्धे सिद्धान्त आविष्कृतः। तस्य मतेन सृष्ट्यारम्भे महाकाशे अतिविरला वाष्पकणा आसन्। कदाचित्तेषां प्रतिघनसेण्टीमीटरे[1] १० ३० (अर्थात् $\frac{१}{१०००००००००००००००००००००००००००००००}$ भाग) ग्रामभागतुल्या पिण्डमाना आसीत् (ऐडिंगटनमहोदयस्य मतेनेदं १०-२७ अस्ति) शनैः शनैः पिण्डमानाया घनीभावनस्य प्रक्रियाजायत। पिण्डस्य पिण्डमानाया पिण्डान्तराकर्षणेन गतिर्जाता। यथा यथा च पिण्डः संकुचितोऽभवत्, तथा तथा तस्याक्षभ्रमणवेगोऽवर्धत, यत आवेगघूर्णस्थिराङ्कः सदैव स्थिरो वर्तते। गुरुतरभारकाणि तत्त्वानि पिण्डस्य केन्द्रसमीपवर्तिभागे सम्मिलितान्यभवन्,

१ २ ३ ४

नीहारिकाणामुत्पत्तिः

लघुतरभारकाणि तत्त्वानि परिवेष्टनरूपवायुमण्डलमभवन्। एवमक्षभ्रमणवेगानिरेकात् पिण्डस्याकारो वृत्ताकारः, ततो दीर्घवृत्ताकारश्चाभवत्।

---

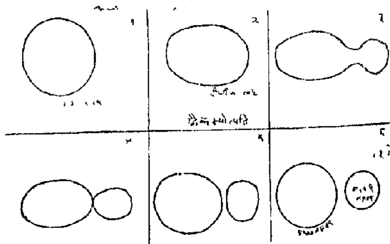
१. घनसेण्टीमीटरस्य ज्ञानाय वर्गसेण्टीमीटरस्य रूपं दीयते □

कतिपयेष्वेव वर्षाणां दशकेषु चिरन्तनस्यास्य रहस्यमुत्तरोत्तरं स्पष्टं सञ्जातम्। अस्माकं साम्मुख्येऽस्त्याकाशगङ्गा, न या सूर्यकेन्द्रका। पूर्वं रहस्यमयधूमिलस्थलानि साम्प्रतमस्याकाशगङ्गा-संस्थानानि सिद्धानि। कथं नक्षत्राणि भास्वन्ति? कथं तानि तत्कुलानि चास्तित्वं भजन्ते? केस्तत्त्वैः कया च रासायनिकप्रक्रियया विश्वमिदं सृष्टम्? कस्माच्च कालादारभ्यावस्थायामस्यामिदं वर्तते? इत्यादिका नैके प्रश्नाः समाधानं वाञ्छन्ति।

स्वापरिमितसौन्दर्येणोल्लसत्तारानिकरखचितं आकाशं आदिमानवमाकृष्टवान्। ज्योतिर्विद्या नूनं मानवस्य सौन्दर्यजिज्ञासां तर्पयति। अहंभावेन प्रतारितो मानवः 'सकलमिदं वस्तुजातं मह्यमेव सृष्टम्' इति सम्प्रधार्य 'अस्मज्जीवनवृत्तसूचनादन्यन्न किमपि प्रयोजनं नक्षत्रस्थितिगत्यादीनाम्' इत्यमन्यत। परं यदा तेन ज्ञाता क्षुद्रताऽसंख्यहस्याहस्यनक्षत्रमण्डलानां मध्ये स्वाकाशगङ्गायाः, तस्याश्च सौरपरिवारस्य, तस्मिंश्च पृथिव्यास्तदा तेन स्वीकृता स्वक्षुद्रता। कीदृशो भास्करस्य भास्वानः प्रचण्डतापः, कोटिकोटिक्रोशविस्तृतानां कोटिकोटिक्रोशदूरस्थानामसङ्ख्येयानां नक्षत्राणामेकैकस्य मिलित्वानाञ्च कीदृशः? नैष मानवस्य कल्पनाया अपि विषयः, दूरे कथा तस्य बुद्धेः। कुतोऽस्य प्रकाशः? कुतोऽस्य तापः? किं ततः? अस्य विषये वर्णितम्—

न तत्र सूर्यो भाति न चन्द्रतारकं
नेमा विद्युतो भान्ति कुतोऽयमग्निः।
किमस्ति कश्चिद्रहस्यरूपो विराट् यस्यैव सकला क्रीडा। किम्?
तमेव भान्तमनुभाति सर्वं तस्य भासा सर्वमिदं विभाति॥

यदत्रापि घनीभवनातिरेकेण सहाक्षभ्रमणवेगस्य वृद्धिरभवत् । पिण्डश्च क्रमशो दीर्घवृत्ताकारो ऽनुवृत्ताकारश्चाभवत् । अन्ततो यथा सर्पिलसंस्थाने द्वौ भुजौ पृथग्भूतौ तथैवास्य द्वौ भागावभवताम् । निम्नचित्रेण क्रमः स्पष्टीभविष्यति ।



(२) पुरा सर्पिलसंस्थानस्य भुजयोरतिसमीपवर्ति पिण्डद्वयमासीत् । गतिनियमस्य पश्चात् तौ द्वौ पिण्डौ परस्पराकर्षणबद्धौ द्विकरूपेण तिष्ठतः ।

(३) किमपि नक्षत्रं प्रथमनक्षत्रस्यातिसमीपमागच्छत् यस्य आकर्षणवशात् तदधुना प्रथमं परितो भ्रमति ।

एवं विश्वोत्पत्तिविषये विकासविषये नैके सिद्धान्ताः सन्ति, परन्तु सर्वमृदमात्र वर्तते ।

उपसंहार.

पूर्वं तावद्दृश्यमानाकाशमेव सम्पूर्णमिति मन्यमानो मानवः स्वकीयां पृथिव्याः केन्द्रं तत्र परिसमाप्तं विश्वस्य केन्द्रममन्यत । इत्थं मध्ययुगपर्यन्तं ज्योतिषशास्त्रस्य विश्वं पृथिवीकेन्द्रकमासीत् । अनन्तरं सूर्यकेन्द्रकं विश्वमपि निश्चितं ज्योतिर्विद्भिः । तत्र सूर्योऽप्यनेकनक्षत्राणां सामान्यनक्षत्रमेव मिल्कवेऽस्थितः । कालान्तरे च नक्षत्रनिरीक्षणानां पूर्णरूपेण, द्विचक्रीय नक्षत्राणां नक्षत्रमण्डलानां नीहारिकाणां चाभिज्ञं ज्ञानम् । ज्योतिर्विदश्च नक्षत्रराशीनां गोलपरिमाणस्याकाशस्य ज्ञाने सन्ति समर्थाः । अन्वसंधेये तदानीं समुन्नतनिरीक्षणयन्त्रेभ्योऽपि दूरदर्शकयन्त्रेभ्योऽपि न मानवैर्नक्षत्राणां समीचीनतया ज्ञातुं समर्थमिति दृष्ट्वा ते रश्मिविश्लेषकयन्त्रैरेव सर्वेषामुपरि विश्वरहस्यस्य तत्त्वाध्ययनमकुर्वन् ।

---

१. नवीनतम सिद्धान्त १९१० तमे ख्याख्यानः पूर्वम् ।

परिशिष्टम्-१

(अ) पारिभाषिकशब्दानाम्

आङ्ग्लसंस्कृतशब्दसूची

Aberration	मार्गच्युति (भूचलन)
Absolute magnitude	यथार्थभास्वरत्वकोटि
Advance of Mercury Perihelion	बुधनीचच्युति
Albeds	परिक्षेपणशक्ति
Altitude	उन्नतांश
Angular distance	कोणीयान्तरम्
Annual equation	वार्षिकसमीकरणम्
Annual variation	वार्षिकपरिवर्तनम्
Annular eclipse	वलयाकारग्रहणम्
Antapex	अपसर्पबिन्दु
Aperture (of Camera)	मुखविवरम्
Apex	उपसर्पबिन्दु
Aphelion	उच्चबिन्दु
Apparent	प्रतीयमान-
Apparent Solar Time	स्पष्टसौरकाल
Approach (, Velocity of)	उपसर्पणवेग
Arithmetical Progression	समान्तरश्रेढी
Ascending node of moon	राहु
Aspects (of Planets)	दृष्टि
Asteroids	अवान्तरग्रहा
Astronomical Unit	ज्योति प्रमापकम्
Atmosphere	वायुमण्डलम्
Atom	परमाणु
Attraction	आकर्षणम्
Aurora	ध्रुवप्रकाश
Autumn equinose	शरत्सम्पात , तुलासम्पात
Axis of rotation	घूर्णाक्ष
Azimuth	दिगंश

परिशिष्टम्-१

(अ) पारिभाषिकशब्दानाम्

आङ्ग्लसंस्कृतशब्दसूची

Aberration	मार्गच्युतिः (भूचलनम्)
Absolute magnitude	यथार्थभास्वरत्वकोटिः
Advance of Mercury Perihelion	बुधनीचच्युतिः
Albeds	परिक्षेपणशक्तिः
Altitude	उन्नतांशाः
Angular distance	कोणीयान्तरम्
Annual equation	वार्षिकसमीकरणम्
Annual variation	वार्षिकपरिवर्तनम्
Annular eclipse	वलयाकारग्रहणम्
Antapex	अपसर्पणबिन्दुः
Aperture (of Camera)	मुखविवरम्
Apex	उपसर्पबिन्दुः
Aphelion	उच्चबिन्दुः
Apparent	प्रतीयमान-
Apparent Solar Time	स्पष्टसौरकालः
Approach (, Velocity of)	उपसर्पणवेगः
Arithmetical Progression	समान्तरश्रेढी
Ascending node of moon	राहुः
Aspects (of Planets)	दृष्टिः
Asteroids	अवान्तरग्रहाः
Astronomical Unit	ज्योतिःप्रमापकम्
Atmosphere	वायुमण्डलम्
Atom	परमाणुः
Attraction	आकर्षणम्
Aurora	ध्रुवप्रभाः
Autumn equinose	शरत्सम्पातः, तुलासंपातः
Axis of rotation	भ्रमणाक्षः
Azimuth	दिगंशाः

Barred Spirals	अवरुद्धसर्पिलानि
Base line	आधाररेखा
Binary stars	द्विकनक्षत्राणि
Blink microscope	'ब्लिङ्क'सूक्ष्मदर्शकम्
Bright eclipsing binary	प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि
Brightness (of stars)	भास्वरत्वम्
Cassegrainian form	कैसेग्रेनियन विधि
Cepheid Variables	वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि
Celestial equator	खगोलीयविषुववृत्तम्
Celestial horizon	खगोलीयक्षितिजम्
Celestial latitude	खगोलीयाक्षांश
Celestial longitude	खगोलीयरेखांश
Celestial sphere	खगोल
Centrifugal force	मध्योत्सर्पिणी शक्ति (मध्योत्सारिणी शक्ति)
Chromosphere	वर्णमण्डलम्
Chronograph	कालाङ्कक(यन्त्र)म्
Circumpolar stars	सर्वदोदितनक्षत्राणि
Clash Theory	सङ्घातसिद्धान्त
Clock	घटिका(यन्त्रम्)
Cluster Variable	स्तबकीयविकारिनक्षत्राणि
Colour Index	वर्णसूचकम्
Coma (of Comet)	नाभ्यावरणम्, शीर्षम्
Comet	धूमकेतु
Companion star (of Binary)	सहचारिनक्षत्रम्
Concave Lense	नतोदरतालम्
Condensation	घनीभवनम्
Condition of Eclipse	ग्रहणसम्भव
Conjugate focus	अनुबद्धनाभि
Conjunction	युति
Constants	स्थिराङ्का
Convergent Rays	संहतकिरणपुञ्ज
Convex Lense	उन्नतोदरतालम्

Coordinate	नियामकाः
Corona	प्रभामण्डलम्
Constellation	नक्षत्रमण्डलम्
Craters	ज्वालागिरिमुखानि
Crosswire	स्वस्तिकासूत्रम्
Crystal Clock	स्फटिकघटिका
Dark Nebulae	श्यामा नीहारिका
Declination	क्रान्तिः, क्रान्त्यंशाः
Declinational axis	क्रान्त्यक्षः
Descending node of moon	केतुः
Diffuse Nebulae	प्रसृतनीहारिका
Direct motion (of Planet)	ऋजुगतिः
Displacement	स्थानच्युतिः
Distance	दूरत्वम्
Diurnal circle	अहोरात्रवृत्तानि
Divergent	अपसृतकिरणपुञ्जः
Dome	शिरस्गोलार्धः
Doppler's Principle	'डाप्लर'-सिद्धान्तः
Earth's shadow	भूभा
Eccentricity	उत्केन्द्रिता
Ecliptic	क्रान्तिवृत्तम्
Eclipse	ग्रहणम्
Ellipse	दीर्घवृत्तम्
Elliptical Extra-galactic systems	दीर्घवृत्ताकारनियतरूपर्क्षस्थानानि
Ellipticity	ध्रुवनिम्नता
Envelope	आवरणम्, आवेष्टनम्
Equation of Time	कालसमीकरणम्
Equation of Centre	मन्दफलसंस्कारः
Equator	विषुवद्वृत्तम्, विषुवरेखा
Equatorial Telescope	विषुवदीयदूरदर्शकम्
Evection	व्युतिसंस्कारः
Expanding Universe	विसृत्वरं जगत्
Explosive stars (Variable)	विस्फोटात्मविकारिनक्षत्राणि

Exposure (in Camera)	उद्घाटनम्
Extragalactic systems	अन्याकाशगङ्गासंस्थानानि
Eye piece	चक्षुर्नालम्
Family of Comets	धूमकेतुपरिवार
Filar Micrometer	'फिलर' सूक्ष्ममापकम्
Focal length	नाभ्यन्तरम्
Galactic	*आकाशगङ्गीयम्*
Galactic equator	आकाशगङ्गीयविषुवरेखा
Galactic Poles	आकाशगङ्गीयध्रुवौ
Galaxy	आकाशगङ्गा
Geocentric	भूमध्यीय
Geometrical Progression	गुणोत्तरश्रेणी
Globular	गोलीय
Granulation (Solar)	कणचिह्नानि
Gravitation	गुरुत्वाकर्षणम्
Great Red Spot	विशालरक्तचिह्नम्
Group of Comets	धूमकेतुवर्ग
Heliocentre	सूर्यमध्यीय
Horizontal Parallax	क्षैतिजलम्बनम्
Hour Angle	होराकोण
Hour Circle	होरावृत्तम्
Inclination	प्रवणता
Inclination of Orbits	कक्षागमनम्
Infra Red	उपरक्तवर्ण
Inferior conjunction	लघुयुति
Inferior Planets	लघुग्रहा
Inner Planets	अन्तर्ग्रहा
International Date Line	अन्ताराष्ट्रिकदिनाङ्करेखा
Ionosphere	आयनमण्डलम्
Irregular extra galactic systems	अनियतरूपा आकाशगङ्गासंस्थानानि
Latitude	रेखांश
Lense	ताल्यम्

Lenticular	अनुन्नतचक्राकारम्
Libration	दृश्यनाभेदः
Light Curve	प्रकाशरेखाचित्रम्
Light gathering Power	प्रकाशग्राहिता शक्तिः
Light variation	प्रकाशपरिवर्तनम्
Light Year	प्रकाशवर्षः
Line of Reference (in Time)	प्रमाणरेखा
Local group	स्थानीयसंस्थानसमूहः
Local Time	स्थानीयकालः
Longitude	अक्षांशाः
Long Period Variable	दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि
Luminosity	औज्ज्वल्यम्
Lunar	चान्द्र
Lunar Eclipse	चन्द्रग्रहणम्
Magellanic	'मैगेल्लानिक'-
Magnetic field	चुम्बकीयक्षेत्रम्
Magnifying power	अभिवर्धनशक्तिः
Magnitude (Stellar)	भास्वरत्वकोटिः
Main axis	मुख्याक्षः
Major axis	बृहदक्षः
Major Ecliptic Limit	प्रधाना ग्रहणविस्तरसीमा
Major Planets	मुख्यग्रहाः
Mass	पिण्डमात्रा
Master Clock	स्वामिनी घटिका
Mean Distance	मध्यमदूरत्वम्
Mean Solar Time	मध्यमसौरकालः
Meridian	याम्योत्तरम्
Meridian circle	याम्योत्तरचक्र(यन्त्र)म्
Meteor	उल्का
Meteorite	उल्कापिण्डाः
Meteor Shower	उल्कावृष्टिः
Micrometer	सूक्ष्ममापक(यन्त्र)म्
Minor Ecliptic Limit	गौणी ग्रहणविस्तरसीमा

Molecule	व्यूहाणुः
Momentum of Angular Velocity	आवेगघूर्णस्थिराङ्कः
Motion	गतिः
Mounting	आरोहणम्
Moving cluster	चलनक्षत्रकुलम्
Multiple Star	बहुकनक्षत्राणि
Nadir	पातालस्वस्तिकम्
Nebula	नीहारिका
Negative Magnitude	ऋणभास्वरत्वकोटिः
Newtonian form	न्यूटोनियनविधिः
Normal	अभिलम्बः
Normal Spiral Extragalactic system	प्रकृतसर्पिलखस्थानानि
Noval-stars	नव्यनक्षत्राणि
Nova-like stars	नव्याभासनक्षत्राणि
Nucleus	बीजकेन्द्रम्, नाभिः (धूमकेतूनाम्)
Numbra	प्रच्छाया
Nutation	अक्षविचलनम्
Objective	अभिदृश्यतालम्
Observer	द्रष्टा, दर्शक.
Observatory	वेधशाला
Occultation	आच्छादनम्
Open Clusters	अ[illegible]नक्षत्रमालाः
Opposition	प्रतियोगः, षड्भान्तरम्
Optical Doubles	द्वितयनक्षत्राणि
Orbit	कक्षापथम्
Outer Planets	बहिर्ग्रहाः
Parallax	लम्बनम्
Partial Eclipse	खण्डग्रहणम्
Parsec	पारसेकम्
Pendulum	दोलकम् (दोलनम्)
Penumbra	उपच्छाया

Shadow	छाया
Shortt clock	'शार्ट'-घटिका
Sidereal Time	नाक्षत्रकालः
Slave Clock	दासी घटिका
Solar Constant	सौरस्थिराङ्कः
Solar Eclipse	सूर्यग्रहणम्
Space Velocity	स्वगतिः
Spectro-bolometer	'स्पेक्ट्रोबोलोमीटरम्'
Spectroscope	रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्
Spectroscopic Binaries	वर्णच्छत्रीयद्विकानि
Spiral System	सर्पिलसंस्थानानि
Standard Time	प्रामाणिककालः
Stars	नक्षत्राणि
Star-cluster	नक्षत्रस्तबकाः
Stationary Points	स्थिरबिन्दवः
Stellar Dust-cloud	नाक्षत्ररजोमेघः
Strata method	स्तरोच्छ्रयविधिः
Stratosphere	स्थिरमण्डलम्
Summer Solstices	उत्तरायणम्, कर्कसंक्रान्तिः
Sunspots	सूर्यलाञ्छनानि
Sunspots cycle	सूर्यलाञ्छनचक्रम्
Superior junctions	प्रधानयुतिः
Superior Planets	प्रधानग्रहाः
Surface marking	पृष्ठचिह्नानि
Synodic Period	युतिकालः
Tail (of Comet)	पुच्छम्
Telescope	दूरदर्शक(यन्त्र)म्
Terrestrial	पार्थिव-
Tides	आप्यायः
Tides (neap)	उच्चाप्यायाः
Tides (Spring)	अत्युच्चाप्यायाः
Tide Theory	आप्यायसिद्धान्तः
Time Reckoner	समयगणकः, कालगणकः

Quadrature	वृत्तपाद, त्रिभान्तरम
Radar	'रडारम्'
Radian	'रेडियनम्'
Radiant (of a meteor)	उल्कासपातबिन्दु
Radiation	तापविकिरणम्
Radical Velocity	केन्द्रीया गति
Radio activity	'रेडिओ एक्टीविटी'
Rays (on moon)	गर्ता
Recession	अपसर्पणम्
Recurring Nova Star	प्रत्यावर्तिनव्यानि नक्षत्राणि
Red Shift	रक्तविचलनम्
Refracting Telescope	वर्तनात्मकदूरदर्शक(यन्त्र)म्
Refraction	वर्तनम्
Regular extragalactic	नियतरूपात्याकाशगङ्गासस्थानानि
Relative	सापेक्षिक
Relativity	सापेक्षवाद
Resolving power	विश्लेषिणी शक्ति
Retrograde motion	वक्रगति
Reversing Strata	प्रत्यादर्शस्तर
Revolution	परिभ्रमणम्, परिभ्रमणम्
Right ascension	विषुवांश
Rill	धृणि
Ring Nebula	वलयाकारनीहारिका
Rings of Saturn	शनिवलयानि
Rotation	आत्मभ्रमणम्
Saros	'सैरोस', ग्रहणावृत्तिचक्रम्
Satellites	उपग्रहा
Schwassmaun Wachmaun Comet	श्वासमन वाश्मनधूमकेतु
Secondary circle of Reference	प्रमुखगौणवृत्तम्
Secondary Circles	गौणवृत्तानि
Secondary minimum	गौणं निम्नता
Semi regular Variables	अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि

परिशिष्टम्-२

संस्कृत-आङ्ग्लशब्दसूची

(आ) पारिभाषिकशब्दानाम्

अक्षभ्रमणम्	Rotation
अक्षविचलनम्	Nutation
अक्षांशाः	Longitude
अट्टालिकादूरदर्शकम्	Tower Telescope
अत्याकाशगङ्गासंस्थानानि	Extragalactic systems
अत्युच्चाप्लावाः	Tides (Spring)
अनियतरूपात्याकाशगङ्गासंस्थानानि	Irregular extragalactic systems
अनुवृत्तचक्राकारम्	Lenticular
अनुबद्धनाभिः	Conjugate focus
अन्तर्ग्रहाः	Inner planets
अपसर्पणम्	Recession
अपसर्पबिन्दुः	Antapex
अपसृतकिरणपुञ्जाः	Divergent
अबद्धनक्षत्रस्तबकाः	Open clusters
अभिदृश्यतालम्	Objective
अभिलम्बः	Normal
अभिवर्धनशक्तिः	Magnifying power
अयनचलनम्	Precession of Equinox
अर्धनियमितविकारिनक्षत्राणि	Semi-regular Variable
अररुद्धसर्पिलानि	Barred Spirals
अवान्तरग्रहाः	Asteroids
अहोरात्रवृत्तानि	Diurnal Circle
आकर्षणम्	Attraction
आकाशगङ्गा	Galaxy
आकाशगङ्गीय	Galactic
आकाशगङ्गीयध्रुवौ	Galactic Poles
आकाशगङ्गीयविषुवरेखा	Galactic Equator
आच्छादनम्	Occultation

Total Eclipse	पूर्णग्रहणम्
Tower Telescope	अट्टालिकादूरदर्शकम्
Transit	संक्रमणम्
Transit Circle	याम्योत्तरवृत्तम्
Transit of Shadow	छायासंक्रमणम्
Triple Star	त्रिकनक्षत्राणि
Troposphere	उष्णमण्डलम्
Twilight	सान्ध्यप्रकाशः
Twinkling	कम्प्रप्रभात्वम्
Ultra Violet	नीललोहितोत्तरवर्णः
Unit	प्रमापकम्
Upper Transit	याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनम्
Variable star	विकारिनक्षत्राणि
Velocity curve	वेगरेखाचित्रम्
Velocity of Escape	विमोचनवेगः
Vernal equinox	मेषसंपातः/ वसन्तसंपातः
Vertical circles	ऊर्ध्वाधरबृहद्वृत्तानि
Vertical circle (through celestial body)	दृङ्मण्डलम्
Viewfield	दृश्यक्षेत्रम्
Visibility	दृश्यता
Visual	चाक्षुष-
Visual Binaries	चाक्षुषद्विकानि
Visual magnitudes	चाक्षुषभास्वरत्वकोटिः
Wintersolstice	दक्षिणायनमकरसंक्रान्तिः
Zenith	खस्वस्तिकम्
Zenith distance	नतांशाः
Zenith Telescope	नतांशदूरदर्शकम्
Zero magnitude	शून्या भास्वरत्वकोटिः
Zodiacal Light	राशिचक्रप्रकाशः

—:❀:—

	Orbit
कक्षावृत्तम्	Granulation (Solar)
कणविहानि	Pole of Ecliptics
कदम्बस्थानम्	Twinkling
कम्प्रप्रभात्वम्	Summer Solstices
कर्कसंक्रान्तिः	Phases
कलाः	Equation of Time
कालसमीकरणम्	Chronograph
कालाङ्कक(यन्त्र)म्	·Poles (Terrestrial)
कुमेरुः	Descending node of moon
केतुः	Radical Velocity
केन्द्रीया गतिः	Cassegrainian form
कैसेग्रेनियन विधिः	Angular Distance
कोणीयान्तरम्	Declination
क्रान्तिः	Ecliptic
क्रान्तिवृत्तम्	Declinational axis
क्रान्त्यक्षः	Declination
क्रान्त्यंशाः	Horizontal Parallax
क्षैतिजलम्बनम्	Space Velocity
खगतिः	Celestial Sphere
खगोलः	Celestial Horizon
खगोलीयक्षितिजम्	Celestial Longitude
खगोलीयरेखांशाः	Celestial Equator
खगोलीयविषुववृत्तम्	Celestial Latitude
खगोलीयाक्षांशाः	Partial Eclipse
खण्डग्रहणम्	Zenith
खस्वस्तिकम्	Motion
गतिः	Rays (on the moon)
गर्ताः	Geometrical Progression
गुणोत्तरश्रेढी	Gravitation
गुरुत्वाकर्षणम्	Globular
गोलीय-	Secondary Circles
गौणवृत्तानि	Minor Ecliptic Limit
गौणी ग्रहणविषयकसीमा	

आधाररेखा	Base Line
आन्ताराष्ट्रिकदिनाङ्करेखा	International Date Line
आप्लावः	Tides
आप्लावसिद्धान्तः	Tide Theory
आयनमण्डलम्	Ionosphere
आरोहणम्	Mounting
आवरणम्	Envelope
आवेष्टनम्	Envelope
आवृत्तिकालः	Period
आवेगघूर्णस्थिराङ्कः	Momentum of Angular Velocity
उच्चबिन्दुः	Aphelion
उच्चाप्लावाः	Tides (neap)
उष्णमण्डलम्	Troposphere
उत्केन्द्रिता	Eccentricity
उत्तरायणम्	Summer Solstices
उद्घाटनम्	Exposure (in Camera)
उन्नतोदरतालम्	Convex Lense
उन्नतांशाः	Altitude
उपग्रहाः	Satellites
उपच्छाया	Penumbra
उपरक्तवर्णः	Infra Red
उपसर्पणवेगः	Velocity of approach
उपसार्यबिन्दुः	Apex
उल्काः	Meteor
उल्कापिण्डाः	Meteorite
उल्कावृष्टिः	Meteor Shower
उल्कासंपातबिन्दुः	Radiant (of a meteor)
ऊर्ध्वाधरवृहद्वृत्तानि	Vertical circles
ऋजुगतिः	Direct motion (of Planets)
ऋणभास्वरत्वकोटिः	Negative Magnitude
औज्ज्वल्यम्	Luminosity
कक्षानमनम्	Inclination of Orbits

दीर्घकालिकविकारिनक्षत्राणि	Long period Variable
दीर्घवृत्तम्	*Ellipse*
दीर्घवृत्ताकारनियतरूपसंस्थानानि	Elliptical Extragalactic systems
दूरत्वम्	Distance
दूरदर्शक(यन्त्र)म्	Telescope
दृङ्मण्डलम्	Vertical circle (through Celestial body)
दृश्यक्षेत्रम्	Viewfield
दृश्यता	Visibility
दृश्यताभेदः	*Libration*
दृष्टिः	Aspects (of Planets)
दोलकम् (लोलकम्)	Pendulum
द्रष्टा	Observer
द्विकानि नक्षत्राणि	Binary stars
द्विकयनक्षत्राणि	Optical Doubles
धूमकेतुः	Comets
धूमकेतुपरिवारः	Family of Comets
धूमकेतुवर्गः	Group of Comets
ध्रुवः	Polaris
ध्रुवनिम्नता	Ellipticity
ध्रुवप्रकाशः	Aurora
ध्रुवश्रेणी	Polar Sequence
ध्रुवस्थानम्	*Pole Celestial*
ध्रुवीयाक्षः	Polar Axis
नक्षत्रमण्डलम्	Constellation
नक्षत्रस्तबकाः	Star-cluster
नक्षत्राणि	Stars
नतांशदूरदर्शकम्	Zenith Telescope
नतांशाः	Zenith Distance
नतोदरतालम्	Concave Lense
नव्यनक्षत्राणि	Noval-stars
नव्याभासनक्षत्राणि	Nova-like stars
नाक्षत्रकालः	Sidereal Time

गौणी निम्नता	Secondary minimum
ग्रहणम्	Eclipse
ग्रहणसम्भवः	Condition of Eclipse
ग्रहत्वसिद्धान्तः	Planetesimal Theory
ग्रहाः	Planets
ग्रहीयनीहारिका	Planetary Nebula
घटिका(यन्त्रम्)	Clock
घनीभवनम्	Condensation
घूर्णनाक्षः	Axis of Rotation
घृणिः	Rill
चक्षुस्तालम्	Eye-piece
चन्द्रग्रहणम्	Lunar Eclipse
चलनक्षत्रकुलम्	Moving cluster
चाक्षुष	Visual
चाक्षुषद्विकानि	Visual Binaries
चाक्षुषभास्वरत्वकोटिः	Visual magnitudes
चान्द्र-	Lunar
चुम्बकीयक्षेत्रम्	Magnetic Field
च्युतिसंस्कारः	Evection
छाया	Shadow
छायासंक्रमणम्	Transit of Shadow
ज्योतिःप्रमापकम्	Astronomical Unit
ज्वालागिरिमुखानि	Craters
डाप्लरसिद्धान्तः	Doppler's Principle
तापविकिरणम्	Radiation
तालम्	Lense
त्रिकनक्षत्राणि	Triple Star
त्रिपार्श्वम्	Prism
त्रिभान्तरम्	Quadrature
दक्षिणायनम्	Wintersolstice
दर्शकः	Observer
दासीघटिका	Slave Clock
दिगंशाः	Azimuth

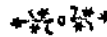
प्रच्छाया	Numbra
प्रतियोगः	Opposition
प्रतीयमान	Apparent
प्रत्यादर्शकस्तर	Reversing Strata
प्रत्यावर्तिनव्यानि नक्षत्राणि	Recurring Nova star
प्रधाना ग्रहणविषयकसीमा	Major Ecliptic Limit
प्रधानग्रहा	Superior Planets
प्रधाननक्षत्रम्	Primary star (of Binary)
प्रधानबृहद्वृत्तम्	Primary circle
प्रधानयुति	Superior Conjunctions
प्रभामण्डलम्	Corona
प्रमाणरेखा	Line of Reference (in Time)
प्रमापकम्	Unit
प्रमुखगौणवृत्तम्	Secondary circle of reference
प्रवणता	Inclination
प्रवृतनीहारिका	Diffuse Nebulae
प्रामाणिककाल	Standard Time
'फिलर' सूक्ष्ममापकम्	Filar Micrometer
फोटो चाक्षुष कोटि	Photo visual magnitude
फोटोफलकम्	Photo plate
'फोटोमीटर'	Photometer
फोटोविद्युद्भास्वरत्वकोटि	Photo electric magnitude
फोटोग्राफिकभास्वरत्वकोटि	Photographic magnitude
बहिर्ग्रहा	Outer planets
बहुलनक्षत्राणि	Multiple Star
(बहुला)नक्षत्राणि	Pleiades
बीजकेन्द्रम्	Nucleus
बुधनीचच्युति	Advance of Mercury Perihelion
बृहदक्ष	Major Axis
'ब्लिङ्क'सूक्ष्मदर्शकम्	Blink microscope
भगणकाल (भ्रमणम्)	Period of revolution
भास्वरत्वकोटि	Magnitude (Stellar)
भास्वरत्वम्	Brightness (of Stars)

नाक्षत्रनीचम्	Periastron
नाक्षत्ररजोमेघ	Stellar Dust-cloud
नाभि (धूमकेतूनाम्)	Nucleus
नाभ्यन्तरम्	Focal Length
नाभ्यावरणम्	Coma (of Comet)
नियतरूपाल्याकाशगङ्गाबस्थानानि	Regular extragalactic
नियामका	Coordinate
नीचबिन्दु	Perihelion
नीललोहितोत्तरवर्ण	Ultra Violet
नीहारिका	Nebula
न्यूटोनियनविधि	Newtonian form
परमाणु	Atom
पातालस्वस्तिकम्	Nadir
'पारसेकम्'	Parsec
पार्थिव	Terrestrial
पिण्डमात्रा	Mass
पुच्छम्	Tail (of Comet)
पूर्णग्रहणम्	Total Eclipse
पूर्वापरवृत्तम्	Prime Vertical
पृष्ठचिह्नानि	Surface marking
'पेरिहेलियोमीटरम्'	Perihelometer
परिभ्रमणकाल	Period of Revolution
परिभ्रमणम्	Revolution
परिक्षेपिणी शक्ति	Albedo
परिभ्रमणम्	Revolution
प्रकाशग्राहिता शक्ति	Light gathering Power
प्रकाशपरिवर्तनम्	Light Variation
प्रकाशमण्डलम्	Photosphere
प्रकाशमानग्रहणशीलद्विकानि	Bright Eclipsing Binary
प्रकाशरेखाचित्रम्	Light curve
प्रकाशवर्ष	Light year
प्रकृतगति, (प्रकृता गति)	Proper motion
प्रकृतकुण्डलिसंस्थानानि	Normal Spiral Extragalactic systems

लम्बनम्	Parallax
वक्रगतिः	Retrogade Motion
वर्णच्छत्रीयद्विकानि	Spectroscopic Binaries
वर्णमण्डलम्	Chromosphere
वर्णसूचकम्	Colour Index
वर्तनम्	Refraction
वर्तनात्मकदूरदर्शक(यन्त्र)म्	Refracting Telescope
वलयाकारग्रहणम्	Annular eclipse
वलयाकारनीहारिका	Ring Nebula
वसन्तसंपातः	Vernal equinox
वायुमण्डलम्	Atmosphere
वार्षपर्वविकारिनक्षत्राणि	Cepheid Variables
वार्षिकपरिवर्तनम्	Annual variation
वार्षिकसमीकरणम्	Annual equation
विकारिनक्षत्राणि	Variable stars
विमोचनवेगः	Velocity of Escape
विशालरक्तचिह्नम्	Great Red Spot
विश्लेषिणी शक्तिः	Resolving Power
विषुवदीयदूरदर्शकम्	Equatorial Telescope
विषुव रेखा	Equator
विषुववृत्तम्	Equator
विषुवांशः	Right ascension
विसत्वरं जगत्	Expanding Universe
विस्फोटशीलविकारिनक्षत्राणि	Explosive stars, Variable
वृत्तपादः	Quadrature
वेगरेखाचित्रम्	Velocity curve
वेधशाला	Observatory
व्यूहाणुः	Molecule
शनिवलयानि	Rings of Saturn
शरत्संपातः (तुलासंपातः)	Autumn equinox
'शार्ट'-घटिका	Shortt Clock
शिरस्गोलार्धं	Dome
शीर्षम्	Coma (of Comet)

भूचलनम्	Aberration
भूभा	Earth's shadow
भूमध्यीय	Geocentric
मकरसंक्रान्ति	Wintersolstic
मध्यमदूरत्वम्	Mean Distance
मध्यमसौरकाल	Mean Solar Time
मध्योत्सर्पिणी शक्ति	Centrifugal force
मध्योत्सारिणी शक्ति	Centrifugal force
मन्दफलसंस्कार	Equation of Centre
मार्गच्युति	Aberration
मुखविवरम्	Aperture (of camera)
मुख्यग्रहा	Major Planets
मुख्यनिम्नता	Primary minimum
मुख्याक्ष	Main Axis
मेषसम्पात	Vernal equinox
मैगेलानिक	Magellanic
यथार्थभास्वरत्वकोटि	Absolute Magnitude
याम्योत्तरचक्र(यन्त्र)म्	Meridian circle
याम्योत्तरम्	Meridian
याम्योत्तरवृत्तम्	Transit circle
याम्योत्तरवृत्तोल्लङ्घनम्	Upper Transit
युति	Conjunction
युतिकाल	Synodic Period
रक्तविचलनम्	Red Shift
'रडारम्'	Radar
रश्मिविश्लेषकयन्त्रम्	Spectroscope
राशिचक्रप्रकाश	Zodiacal Light
राहु	Ascending node of moon
रेखांश	Latitude
'रेडियनम्'	Radian
रेडियो एक्टीविटी	Radio activity
लघुग्रहा	Inferior Planets
लघुयुति	Inferior Conjunction

स्थिराङ्काः	Constants
स्पष्टसौरकाल.	Apparent Solar Time
'स्पेक्ट्रोफोलोमीटरम्'	Spectro-folometer
स्फटिकघटिका	Crystal Clock
स्फुरणशीलविकारिनक्षत्राणि	Pulsatory variable stars
स्वस्तिकायन्त्रम्	Crosswire
स्वामिनी घटिका	Master clock
होराकोणः	Hour Angle
होरावृत्तम्	Hour Circle



शून्या भास्वरत्वकोटि	Zero magnitude
श्यामा नीहारिका	Dark Nebulae
श्वासमन वाश्मन धूमकेतु	Schwassmann Wachmann Comet
षड्भान्तरम्	Opposition
संक्रमणम्	Transit
संघातसिद्धान्त	Clash Theory
संवृतकिरणपुञ्ज	Convergent rays
समयगणक (कालगणक)	Time Reckoner
समान्तरश्रेणी	Arithmetical Progression
सर्पिलसंस्थानानि	Spiral System
सर्वदोदितनक्षत्राणि	Circumpolar stars
सहचारिनक्षत्रम्	Companion star (of Binary)
सान्ध्यप्रकाश	Twilight
सापेक्षिक	Relative
सापेक्षवाद	Relativity
सुमेरु	Poles (Terrestrial)
सूक्ष्ममापक(यन्त्र)म्	Micrometer
सूचीछिद्रकैमरायन्त्रम्	Pinhole Camera
सूर्यग्रहणम्	Solar Eclipse
सूर्यमध्यीय-	Heliocentre
सूर्यलाञ्छनचक्रम्	Sunspots cycle
सूर्यलाञ्छनानि	Sunspots
सूर्योत्थितज्वालाशिखराणि	Prominences (Solar)
'सैरोस' (ग्रहणावृत्तिचक्रम्)	Saros
सौरस्थिराङ्क	Solar Constant
स्तबकीयविकारिनक्षत्राणि	Cluster Variable
स्तरोच्छ्रयविधि	Strata method
स्थानच्युति	Displacement
स्थानिककोण	Position Angle
स्थानीयकाल	Local Time
स्थानीयसंस्थानसमूह	Local Group
स्थिरबिन्दव	Stationary Points
स्थिरमण्डलम्	Stratosphere

वीजसेकर	Weizsäcker (आधुनिकः)
शियापैरली	Schiaparelli (१८३४–१९१०)
शेपली	Shapely (१८८५–)
स्लिफर	Slipher (१८७५–)
हर्शल	Herschel (१७९२–१८७१)
हार	Haar (आधुनिकः)
हालि	Halley (१६५६–१७४२)



परिशिष्टम्-३

ज्योतिर्विदां नाम्नां सूची

आइन्सटाईन	Einstein (१८७९–१९५)
आइलर	Eular (१७०७–८३)
एक्टिन	Aitken R. G. (१८६४–१९५१)
ऐडम्स	Adams (१८६७–०)
एडिंग्टन	Eddington (१८८२–१९४४)
कप्टीन	Kapteyn (१८५१–१९२२)
कान्ट	Kant (१७२४–१८०४)
कापर्निकस	Copernicus (१४७३–१५४३)
केप्लर	Kepler (१५७१–१६३०)
गाउस	Gauss (१७७७–१८५५)
चेम्बरलिन	Chamberlin (१८४३–१९२८)
जीन्स	Jeans (१८७७–१९४६)
जेफरीज	Jeffreys (आधुनिकः)
टाइखो ब्राहे	Tycho Brahe (१५४६–१६०१)
डाप्लर	Doppler
टालेमी	Plotemy (१५०)
न्यूटन	Newton (१६४२–१७२७)
पिआज़ी	Piazzi (१७४६–१८२६)
फूको	Foucantt (१८१९–१८६८)
बिएला	Biela
बेसेल	Bessel (१७८४–१८४६)
बोड	Bode (अष्टादशशतकीयः)
मूल्टन	Moulton (१८७२)
मैगेलान	Magellan
लाप्लास	Laplace (१७४९–१८२७)
लावेल	Lowell (१८५५–१९१६)
लेविरिये	Leverrier (१८११–७२)
लैंग्ली	Langley (१८३४–१९०६)
व्हिपिल	Whipple (आधुनिकः)

पुनर्वसु	Pollux
बहुला	Plaeides
मघा	Regulus
लुब्धक	Sirius
चित्रा	Spica
अभिजित्	Vega

सप्तर्षि

क्रतु	αUesa Majonis
पुलह	β "
पुलस्त्य	γ "
अत्रि	δ "
अंगिरस	θ "
वसिष्ठ	ζ "
मरीचि	η "



परिशिष्टम्-४

ग्रहोपग्रहाणां सूची

प्रमुखनक्षत्राणां सूची

इन्द्र	Neptune
एरोस	Eros
ऐस्ट्रीया	Astraea
कुबेर	Pluto
गुरु	Jupiter
गैनिमीड	Ganymede
चन्द्र	Moon
जूनो	Juno
टाइटन	Titan
डाइमस	Deimos
पैलस	Pallas
फ़ीब	Phebe
फ़ोबस	Phobos
बुध	Mercury
भू	Earth
भौम	Mars
वरुण	Uranus
वेस्टा	Vesta
शनि	Saturn
शुक्र	Venus
सेरेस	Ceres
रोहिणी	Aldebaran
स्वाती	Arcturus
श्रवण	Altair
ज्येष्ठा	Antares
आर्द्रा	Betelgeuse
अगस्त्य	Canopus
ब्रह्महृदय	Capella

दृश्यबिम्बव्यासार्धानि

सूर्यस्य	१५'	५९''.६३
चन्द्रस्य	१५'	३२''.५८
बुधस्य		०३''.३४
शुक्रस्य		०८''.४१
भौमस्य		०४''.६८
गुरोः, विषुवद्दीयम्	१'	३८''.४७
ध्रुवीयम्	१'	३१''.६१
शनेः, विषुवद्दीयम्	१'	२३''.३३
ध्रुवीयम्	१'	१४''.५७
वरुणस्य		३४''.२८
इन्द्रस्य		३६''.५६
मार्गाच्युतेः स्थिराङ्कः		२०''.४७
अक्षविचलनस्य ,,		९'.२१

सूर्यस्य उपसर्पणबिन्दुः विषुवांशाः २७०°
क्रान्त्यंशाः +३४

आकाशगङ्गीयध्रुवस्थानम् विषुवांशाः १९०
क्रान्त्यंशाः +२८